



building

SMART

Spanish journal of BIM



nº 17/02



Spanish journal of BIM



building SMART®
Spain

Spanish journal of BIM es una publicación editada por el buildingSMART Spanish Chapter para la investigación y difusión en español de estudios sobre el modelado de la información de los edificios (BIM)

<http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/presentación/>

Información, envío de artículos y publicidad: sjbim@buildingsmart.es

Formato electrónico de la revista: <http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>

Spanish journal of BIM

nº17/02

Director-Editor:

Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Dr. Ingeniero Industrial.

Escuela de Ing. Industriales. Universidad de Extremadura. SPAIN

Consejo de administración:

Presidente: Fernando Blanco Aparicio

Tesorero: Pablo Daniel Callegaris

Secretario: Sergio Muñoz Gómez

Repres. de los simpatizantes: Eduardo Cortés Yuste

Comité Científico:

Dr. Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Ingeniero Industrial.
Escuela de Ing. Industriales. Univ. de Extremadura. ESPAÑA

Dra. Norena Martín Dorta. Ingeniero Edificación.
Universidad de La Laguna. ESPAÑA

Dr. Eloi Coloma Picó. Arquitecto.
Univ. Politècnica de Catalunya. ESPAÑA

Dr. António Aguiar Costa. Arquitecto
Instituto Superior Técnico, Univ. de Lisboa. PORTUGAL

Dr. Mauricio Loyola.
Universidad de Chile. CHILE

Dr. Javier Núñez. Arquitecto
Fac. Arq., Diseño y Urbanismo. Univ. B^{os} Aires. ARGENTINA

Dr. Juan Enrique Nieto Julián. Arquitecto.
E.T.S. Ingeniería de Edificación. Univ. de Sevilla. ESPAÑA

Dr. Pablo Herrera Polo. Arquitecto
Fac. Arquitectura. Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas. PERÚ

Dr. Manuel Soler Severino. Arquitecto
E.T.S. Arquitectura. Univ. Politécnica de Madrid. ESPAÑA

Dr. Eduardo Sampaio Nardelli. Arquitecto
Fac. Arq. e Urb. Univ. Presbiteriana Mackenzie. BRASIL

Dr. Leandro Madrazo. Arquitecto. Escola Tècnica Sup.
d'Arquitectura La Salle. Univ. Ramon Llull. Barcelona. ESPAÑA

Dr. Esteban José Rivas López. Arquitecto
ETS de Arquitectura. Universidad de Granada. ESPAÑA

Depósito Legal: 000478-2014

I.S.S.N.: 2386-5784

Imprime: Unión 4 C/ Mérida, 8

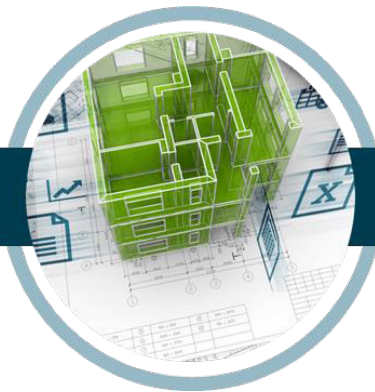
06230 Los Santos de Maimona (Badajoz).ESPAÑA
Tfno: +34 924 571 379. www.imprentaunion4.es





think project! Colaboración BIM

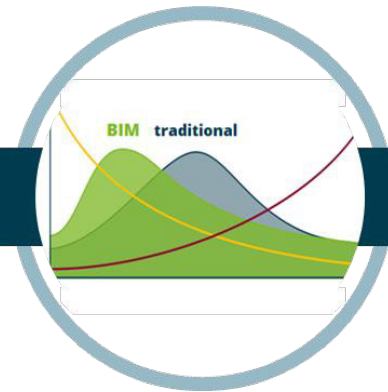
Conectamos el mundo digital y el mundo físico



Gestión de datos
Visualización 3D



CDE
Colaboración



Transparencia
Toma de decisiones



GUARDAR



COMPARTIR



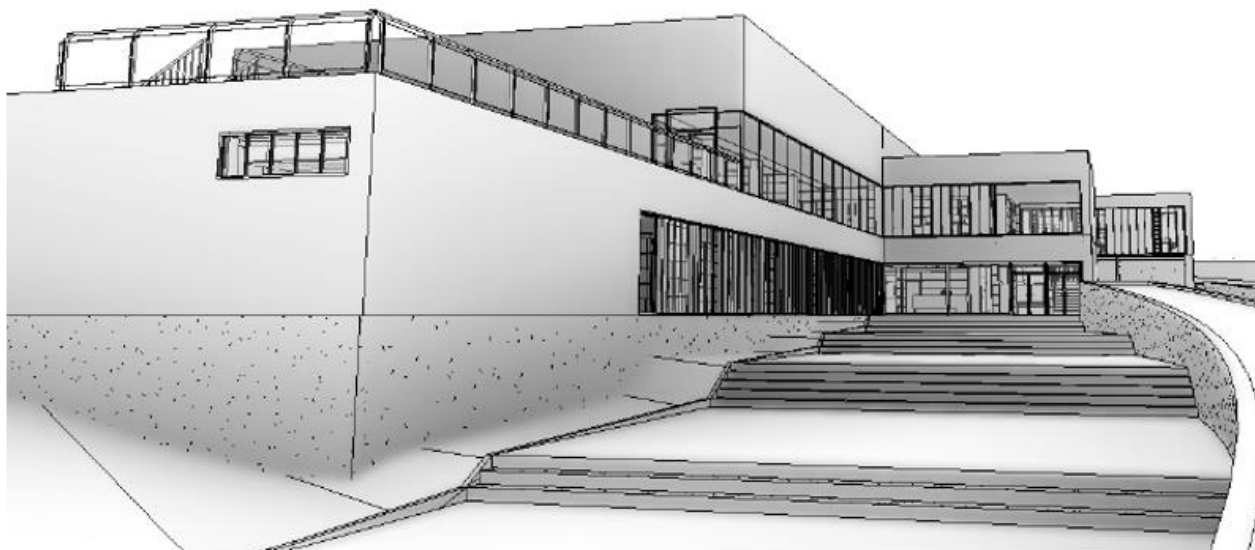
ENLAZAR



COORDINAR



APROBAR



IMPLANTACIÓN METODOLOGÍA BIM EN EL REAL MADRID C.F. (PARTE I, EL CON- VENIO UNIVERSIDAD-EMPRESA)

BIM se ha implantado en Europa a una velocidad diferente a la de España. En nuestro país el cambio está llegando de la mano de la iniciativa privada más que las administraciones públicas. En una serie de artículos, se explicará la gestión del cambio en un club de fútbol. Una organización que, a priori no tendría que estar en contacto con esta metodología.

El primero de estos artículos tratará de los orígenes y razones del cambio de mentalidad, así como los medios para alcanzar los objetivos planteados. Todo ello incluido en un plan estratégico de gestión.

David Luis Agrelo. *Real Madrid Club de Fútbol, Madrid, España.*

1 EL ENTORNO GENERAL

Tal y como se ha hecho referencia en la introducción, BIM se ha implantado en Europa a una velocidad diferente a la de nuestro país. Si bien es cierto que ya hay un interés por parte de las administraciones públicas, la realidad es que está siendo la empresa privada y en especial los estudios de diseño, de arquitectura/ingeniería, constructoras y fabricantes los que están apostando por este cambio de cultura y filosofía de trabajo.

A lo largo de una serie de artículos, en este y futuros números de la publicación, se explicará la gestión del cambio en un club de fútbol. Una organización que, a priori, no tendría que estar en contacto ni conocer esta metodología que se abre paso en un sector como el de la AEC.

El primero de estos artículos tratará de los orígenes de dicho cambio, las razones y los medios para alcanzar aquellos objetivos incluidos en un plan estratégico BIM a corto, medio y largo plazo.

2 NUESTRAS PARTICULARIDADES

El Real Madrid C.F (en adelante RMCF) no es un club de fútbol al uso. Si bien su "core-business" es la celebración y producción de eventos deportivos, su estructura organizativa se ha creado en base a una serie de actividades que rodean al motor que mueve la empresa. Estas ramas o líneas de negocio son dirigidas por diferentes departamentos (Marketing, Producción de Eventos, Área VIP, Socios y Peñas, Comunicaciones, Tour etc...).

Dentro de este organigrama aparece la Dirección de Infraestructuras y Desarrollo Patrimonial cuya función principal radica en la promoción, ejecución y posterior operación y conservación de los activos del club (estadio Santiago Bernabéu y Ciudad Real Madrid).

Como dirección técnica con más de 18 años de experiencia en las áreas de Project Management y O&M (*Operation & Maintenance*), conocemos las herramientas utilizadas en los procesos de

diseño, licitación, construcción y mantenimiento de los edificios. Estamos permanentemente actualizados con los *updates* de los softwares que facilitan nuestro trabajo.

El mantenernos en continuo proceso de reciclado profesional y al tanto de las nuevas tendencias del mercado, nos hizo entender que las obras se debían ejecutar de una manera diferente al método tradicional cuyas fases simplificadas sería las siguientes:

- Diseño y desarrollo de un proyecto. Liderado por los estudios de arquitectura
- Licitación y construcción: Cuyo artista principal era la constructora.
- Explotación: Cuya responsabilidad recaía en la propiedad del activo.

Es en este momento cuando comprendemos que los trabajos hay que realizarlos de una forma colaborativa con la participación de todos los agentes que están implicados en el desarrollo de un proyecto. De esta forma, nuestros procesos de promoción empiezan a adaptarse a las tendencias de los últimos años (y por tanto a la metodología de trabajo BIM) en sus etapas de:

- Diseño: Con la participación de los estudios de arquitectura e ingenierías bajo la supervisión y toma de decisiones por parte de la propiedad y los responsables del mantenimiento y operación
- Desarrollo del proyecto: Idem que la anterior con la incorporación de un servicio de Project Management.
- Licitación y construcción en donde, además de los agentes anteriores se incorpora la figura del constructor y otros servicios asociados (CSS, *Commissioning*, control de calidad, industriales especializados etc...)
- Operación y Mantenimiento: Fase en la cual, además de los departamentos propios, se sigue contando con los servicios de *commissioning*, constructora y estudios además de otros departamentos "clientes" englobados dentro del concepto "*Facility Management*".

De cara a la implantación de la metodología BIM en el día a día de nuestra actividad, tuvimos que previamente hacernos una serie de preguntas:



- ¿Por qué y para qué necesitamos BIM?
- ¿Quién nos puede ayudar y de qué recursos disponemos?
- ¿Cómo será la estrategia de planificación e implantación?

3 ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ?

Es una realidad que, al igual que el *rotring* sustituyó a la plumilla y posteriormente los programas de diseño (autocad, microstation, etc...) sustituyeron al papel vegetal, el diseño virtual 3D de los edificios está desplazando al 2D. En nuestro caso, si bien no proyectamos directamente, existe un contacto importantísimo con multitud de estudios de diseño, arquitectura, ingeniería e incluso constructoras que se están adaptando a los nuevos tiempos.

A su vez, dentro de la organización, no siempre nuestros clientes internos son capaces de entender un plano en 2D y necesitan muchas veces de la presentación de imágenes o infografías para poder comprender los proyectos que queremos acometer o cómo van a quedar los encargos que nos hacen. Esto nos obligaba a contratar la generación de gran número de infografías con el consiguiente coste repercutido en los anteproyectos, proyectos básicos o de ejecución.

Por tanto, entendimos que el primer beneficio de trabajar con modelos virtuales 3D era presentar los trabajos de una forma atractiva visualmente y sobretodo legible por parte de aquellos que debían tomar decisiones económicas y estratégicas los cuales, en su gran mayoría tienen otra formación distinta a la técnica.

Por otra parte, la Dirección de Infraestructuras y Desarrollo Patrimonial trabaja con dos modelos de contratación diferentes. En el caso de grandes proyectos de construcción, externalizamos los servicios de arquitectura, ingeniería y *Project Management*.

En el caso de proyectos de reforma, modificativo o mejoras, es nuestro propio equipo el que hace las labores de diseño conceptual y anteproyecto. Es por esto por lo que, el poder extraer mediciones de los modelos 3D para que los diferentes licitadores oferten en igualdad de condiciones (con el control de la Propiedad) era

para nosotros una ventaja que teníamos que aprovecharla.

Somos una dirección que promueve, diseña, contrata, ejecuta, opera y finalmente mantiene durante años nuestros activos. Esta es la razón por la que nuestro objetivo inicial, original y primordial siempre ha sido la utilización de los modelos para la etapa final, es decir, la explotación de nuestros edificios.

4 ¿QUIÉN Y CON QUÉ RECURSOS?

Nuestra plantilla está compuesta por Ingenieros de Grado, Arquitectos Técnicos, Ingenieros Industriales y delineantes. Todos ellos con experiencia en la gestión de proyectos y construcción pero nadie con conocimientos de los nuevos softwares de diseño BIM (Revit, Archicad, etc...).

Esto nos obligaba a contar con la colaboración de alguien que nos impartiese formación a la par que realizaba el levantamiento de los modelos que se le contratarían. Se inició pues una investigación de mercado en la que buscábamos empresas con experiencia contrastada en proyectos BIM.

Si bien en un primer momento la búsqueda se centró en la empresa privada, nos percatamos que hace 15 años, en colaboración con la UPM en el marco de proyectos fin de carrera, realizaron los planos *as built* del estadio Santiago Bernabéu e hicieron un *brainstorming* que sirvió como base para futuras ideas que con el paso de los años se ejecutaron. Por tanto, ¿por qué no buscar esa misma fórmula de colaboración empresa/universidad?

Es en ese momento cuando solicitamos ofertas no sólo a las empresas especializadas en BIM sino a la Universidad Europea de Madrid (UEM) con la que ya existía un convenio de colaboración. Sin embargo, dicho convenio (a través de la Escuela Universitaria Real Madrid), estaba



orientado hacia otras disciplinas no técnicas (Medicina Deportiva, Gestión, Marketing etc..).

La UEM nos puso en contacto con su Escuela de la Edificación que sí contaba con los perfiles de alumnos que estábamos buscando.

Tras un análisis comparativo de las ofertas, se adjudicaron los trabajos a la Universidad Europea de Madrid (Escuela de Arquitectura e Ingeniería). Si bien esto suponía un hándicap inicial al no contar con verdaderos profesionales del mundo BIM, entendimos que el RMCF debía entrar previamente en un proceso de aprendizaje de dicha metodología.

Este hecho unido a que no existían plazos de entrega o ejecución como en los proyectos tradicionales, sino que, por el contrario, éramos muy flexibles, hizo que con esta fórmula nos sintiésemos cómodos.

Por otra parte, también había otra serie de ventajas:

- Los alumnos cubrían sus prácticas curriculares dentro de sus planes formativos, ya fuese formación reglada o cursos de postgrado. Dichas prácticas, una vez pasado el periodo curricular, daban opción a continuar con prácticas remuneradas en concepto de becas.
- La UEM ofrecía a sus alumnos la posibilidad de trabajar sobre edificios reales en nuestras instalaciones y con el atractivo de tener contacto con el mundo profesional. A su vez, el trabajar en este entorno profesionalizado les servía de lanzadera de cara a su incorporación en el mundo laboral.

- El personal técnico del RMCF recibía formación a la par que los alumnos de la UEM participando en workshops especializados en herramientas concretas (Revit, Navisworks, Lumion etc..).
- El RMCF dispondría de una serie de modelos en 3D contratados a un precio realmente competitivo.

La experiencia resultó ser un completo éxito. Más de 20 alumnos formaron parte de este acuerdo universidad-empresa y resulta muy satisfactorio decir que, la gran mayoría de ellos debían ser sustituidos por otros estudiantes ya que encontraron trabajo en empresas (estudios de arquitectura, ingenierías, consultoras, fabricantes, etc..) que a su vez estaban implantando BIM.

5 ORGANIZACIÓN

El organigrama consensuado por ambas partes (UEM y RMCF) creaba dos grupos de trabajo de modelado (arquitectura e instalaciones) con un responsable cada uno y los cuales tenían comunicación directa con el Coordinador del Equipo. El trabajo estaba a su vez supervisado por un equipo asesor formado por personal docente de la UEM y técnicos del RMCF.

Cada semana se organizaban una serie de reuniones de coordinación y avance en las que participaban diferentes actores en función de la temática de la reunión (disciplinas seguimiento semanal, planificación mensual).

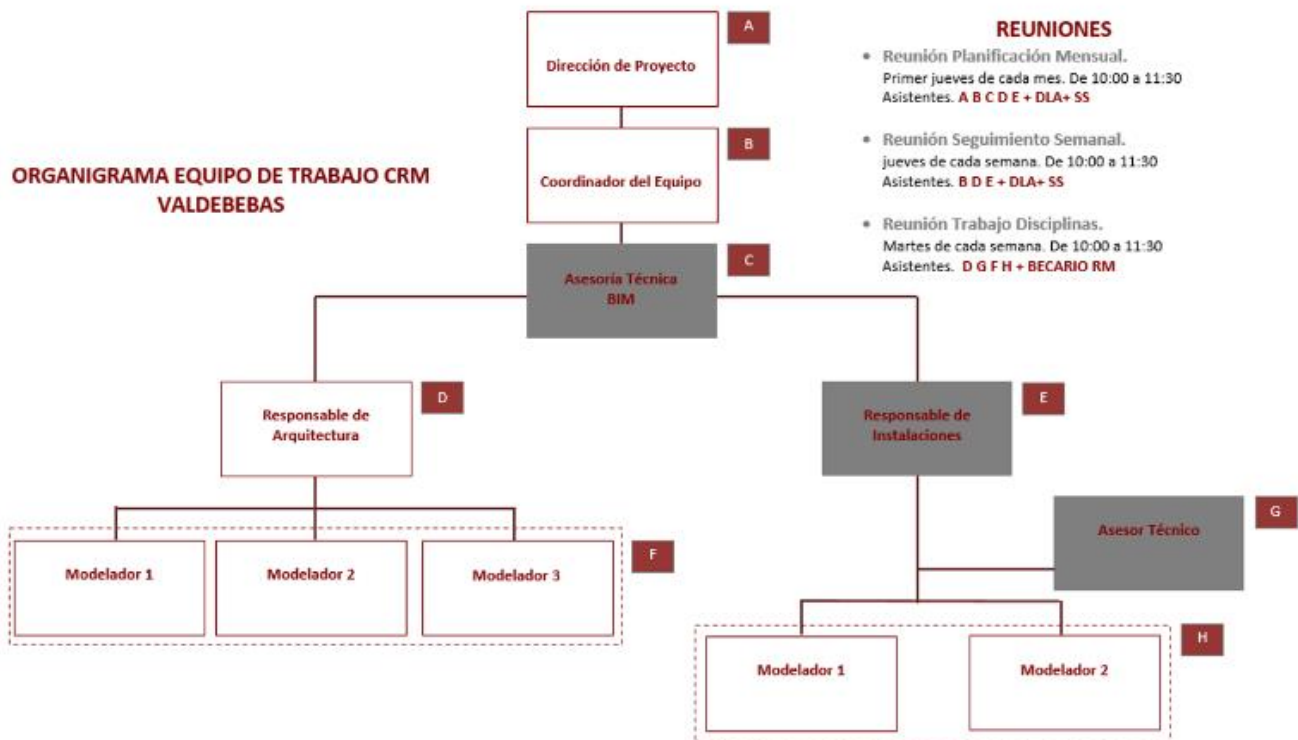


Fig. 1 Organigrama Fase I.

6 ESTRATEGIA DE PLANIFICACIÓN

El RMCF ha desarrollado una estrategia de planificación a corto, medio y largo plazo orientada siempre a la implantación de metodología BIM en los procesos de diseño, construcción y explotación de los activos del club. Dicha estrategia consta de cuatro etapas diferenciadas. Cada una de ellas tiene una serie de fases que se traducen en proyectos realizados en BIM sobre nuestros edificios del complejo Ciudad Real Madrid.

6.1 ETAPA 1: Toma de contacto y volumetrías.

Fue una etapa a corto plazo en la que nuestro interés residía principalmente en el aprendizaje de la metodología y las herramientas informáticas.

Partíamos de edificios ya construidos que había que modelarlos. De cara al trabajo de los alumnos, el requerimiento consistía en disponer de geometrías y volúmenes de los edificios objeto del modelado poniendo especial atención en los archivos de arquitectura e instalaciones. Para ello, sobre la base de los planos *as built* en cad y la toma de datos in situ se modeló la:



- Fase I: Edificio Categorías Inferiores

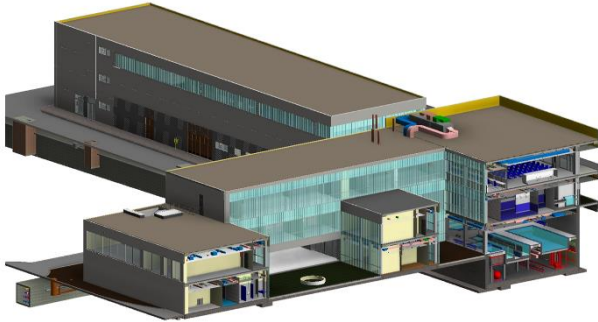


Fig.2 Caja de sección oficinas gerencia y centro médico.

6.2 ETAPA 2: Incorporación de datos e inicio de estándares RMCF.

En este caso, si bien a corto plazo-medio plazo, el foco de atención estaba puesto, no sólo en la volumetría de los edificios, sino en la incorporación de información paramétrica y datos de gestión sobre los modelos y sus elementos (en concreto sobre los equipos de instalaciones).

Es esta una etapa donde ya se realiza un intercambio de la información de la que dispone el RMCF en lo que se refiere a los datos que arroja nuestro GMAO (inventarios, codificación de equipos, creación de parámetros de las familias, etc...).

Como consecuencia de este trabajo se modelaron las fases:

- Fase II: Edificio de Instalaciones.

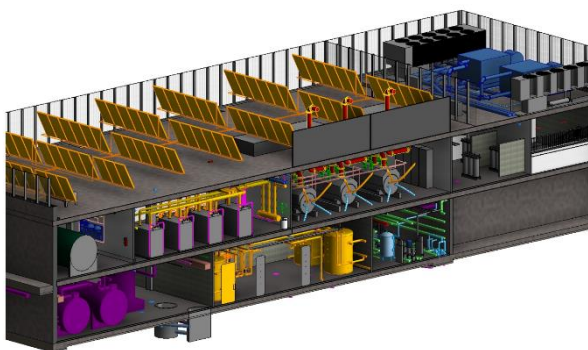


Fig. 3 Sección edificio de instalaciones.

- Fase III: Galería de distribución de suministros.

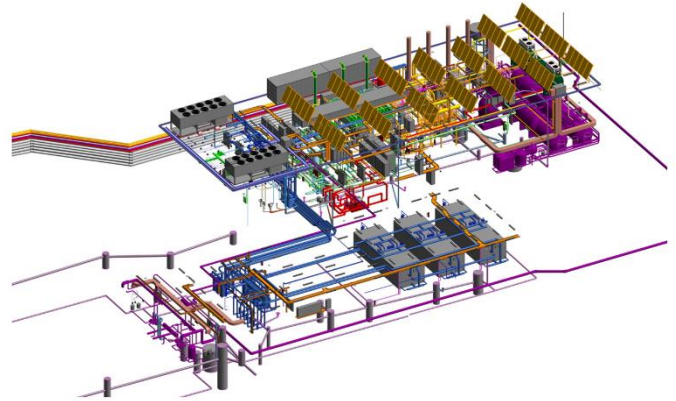


Fig. 4 Distribución de tuberías y canalizaciones.

6.3 ETAPA 3: Creación estándares BIM del RMCF.

Etapa a medio-largo plazo en la que ya nos intere desarrollar procedimientos que nos sirvan para todos los proyectos futuros. De este modo, los diseñadores, arquitectos, ingenieros y constructoras pueden trabajar bajo una serie de requisitos BIM propios del RMCF pero basados en estándares internacionales. Ha sido en esta etapa en la cual, con la ejecución de la Fase IV, Pabellón de Baloncesto, se han desarrollado documentos y archivos tan importantes en la metodología BIM como son

- Plantilla *BIM Execution Plan* (BEP)
- BIM Manual
- Familias .rfa
- Parámetros de familias
- Plantillas de Navegador de Proyectos (*Project Browser*)



Fig. 5 Familias y sus parámetros.

6.4 ETAPA 4: Comercialización e implantación interna.

Etapa a largo plazo en la que se incorporará toda la información paramétrica relativa al *Facility Management*, las disciplinas de Tecnología y Sistemas, el uso de los modelos para la realización de videos y recorridos virtuales así como la utilización de estos para la producción de eventos deportivos, comerciales e institucionales.

Es en esta etapa donde se presentará la metodología de trabajo a nuestros *stakeholders*, (Área Vip, Operaciones y Producción de Eventos, Taquillas, Audiovisuales, etc...) y cuya implantación se realizará aprovechando las siguientes fases de modelado.

- Fase V: Edificio de Oficinas Corporativo.
- Fase VI: Urbanización y nuevos accesos

7 CONCLUSIONES

En este artículo se ha tratado de explicar los orígenes del cambio de metodología de trabajo, cuáles fueron los primeros pasos y con quien nos hemos “aliado” para iniciar nuestro proceso de aprendizaje.

La colaboración universidad-empresa para, si bien pudiera resultar extraña en un principio, (al no estar dirigida por profesionales con años de experiencia en este sector) ha sido tremendamente interesante y beneficiosa durante la Etapa 1 de este proceso de cambio.

El principal beneficio ha sido económico al contratar unos servicios con perfiles “junior” pero coordinados con profesionales “senior” a un precio realmente competitivo.

A su vez, por parte del RMCF ha sido muy grato colaborar con los estudiantes dándoles la oportunidad y el “pequeño empujón” para que se enfrenten al mundo laboral. 20 estudiantes han sido becados en los diferentes proyectos BIM RMCF/UEM. De estos alumnos, 16 encontraron trabajo en un periodo inferior a 1 mes en el sector de la ingeniería-construcción en entornos BIM.

En posteriores números del *Spanish Journal of BIM*, nos focalizaremos en cada uno de los sub procesos desarrollados para cada una de las 4 etapas resumidas en el presente número y que forman parte de nuestra visión global y estrategia de implantación BIM en el Real Madrid Club de Fútbol.



La Feria Europea líder en Servicios, Networking,
Conocimientos y Soluciones BIM

13-16
NOVIEMBRE
2018
Madrid - España

ORGANIZA



IFEMA
Feria de
Madrid

Where BIM meets people

- Área Expo
- Workshop BIM - Product&Services
- Forum Inversor ePower&Building
- Forum BIM
- Networking BIM
- Point BIM job
- Forum BIM Europeo-CEN
- BIM Live Demo
- BIM Awards

Colabora:



CONNECTING MARKETS • MATCHING BUSINESSES • BUILDING RELATIONSHIPS

ePower&Building

1.600 EXPOSITORES 80.000 VISITANTES PROFESIONALES 100 PAÍSES



ArchiCAD Y LA CIUDAD DE LA JUSTICIA DE CÓRDOBA

Tras cursar las oportunas invitaciones a concursar en la prestación de los servicios, que la Dirección General de Infraestructuras y Sistemas necesitaba, el encargo fue concreto: Modelado “Conforme a Obra” del desarrollo del modelo BIM arquitectónico y de ocupación de la Ciudad de la Justicia de Córdoba, exclusivamente.

TecniCAD Consultores, S.C. *Sevilla, España.*

1 INTRODUCCIÓN

Este servicio se enmarca dentro de la planificación de la verificación de la construcción, que la Junta de Andalucía viene estableciendo para su mejor control, a través de la experiencia BIM de la Ciudad de la Justicia de Córdoba en su fase final de las obras y puesta en servicio del edificio.

Uno de los principales retos en el momento de acometer los trabajos ha sido la complejidad del edificio por su extensión y volumen del edificio. Se trata de un inmueble de más de 50.000 metros cuadrados construidos, repartidos en

dos sótanos bajo rasante y cinco niveles sobre rasante.

Las plantas superiores, desde la 104 a la 102, se distribuyen de manera muy estandarizada, contemplándose una disposición típica de dependencias dedicadas a despachos y afines, mientras que las plantas 101 y 100, disponen de una distribución menos jerarquizada, conviven tanto despachos administrativos, como salas de vistas, dependencias de gestión o accesos, siendo plantas menos estándar. La planta 99, dispone de numerosas dependencias, de diverso tamaño e índole, que hace un verdadero entramado la distribución. La planta 98 se destina a plazas de aparcamiento e insta-



laciones, lo que representa una planta muy diáfana.

2 COMO LO HICIMOS.

La información CAD del proyecto se traspasa a BIM en una primera fase para el control de la ejecución del edificio, en dicha fase inicial nuestro equipo no participa en el modelado.

Como sabéis, hay diversas formas de empezar un trabajo, unas veces partimos desde cero y empezamos a modelar con las *Herramientas* propias de construcción de nuestra aplicación de modelado, otras veces disponemos de información CAD que usamos como plantilla, en este caso confiamos de la veracidad de la información geométrica, aunque algunas veces dicha información no es de óptima calidad.

Con las nuevas tecnologías podemos disponer de plantillas tridimensionales y totalmente fiables cuando se trata de modelar información existente, p.e. mediante nubes de puntos.

En nuestro caso, cuando se realiza el encargo, nuestro trabajo comenzó con el edificio ya modelado en BIM y nuestra primera misión era modelar con un nivel LOD400 la fachada GRC del edificio en colaboración con la empresa fabricante de la misma, PREHORQUISA.

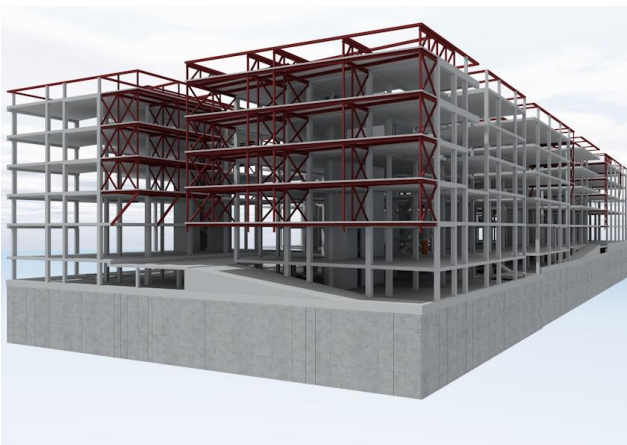


Fig.1 Estructura del edificio.

Para ello, en principio, disponíamos de la información CAD del Proyecto de Ejecución y los IFC modelados con AllPlan, por el equipo encargado del modelado inicial del edificio. Nos pasaron la documentación IFC de la estructura modelada con AllPlan, exportada por

plantas y la incorporación a ArchiCAD fue todo un éxito, ya que se incorpora con toda la información geométrica, niveles, posición, orientación, etc.

El edificio dispone de un gran vuelo en la fachada norte que se resuelve mediante una estructura metálica que se modeló con TEKLA por INTEGRALIA, empresa encargada de la producción del vuelo, dicha estructura se volvió a calcular y diseñar para su ejecución y el nuevo diseño no estaba integrado en el modelo BIM que usamos como referencia para empezar nuestro trabajo, así que fuimos los encargados de federar esta nueva estructura metálica e integrarla en el modelo BIM, quedando el modelo montado en ArchiCAD como modelo de estructura definitivo.

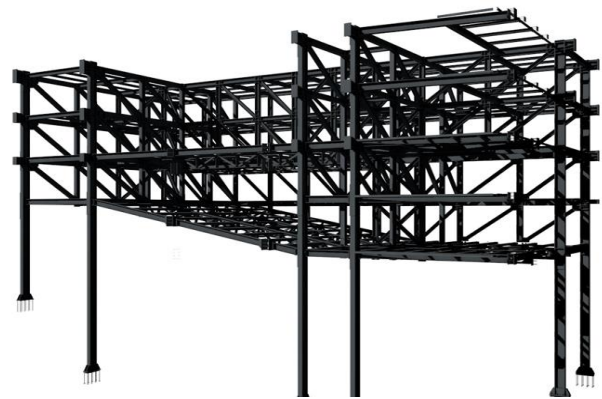


Fig.2 Modelo estructural definitivo.

El siguiente paso fue la integración del IFC de TEKLA en el modelo de estructura.

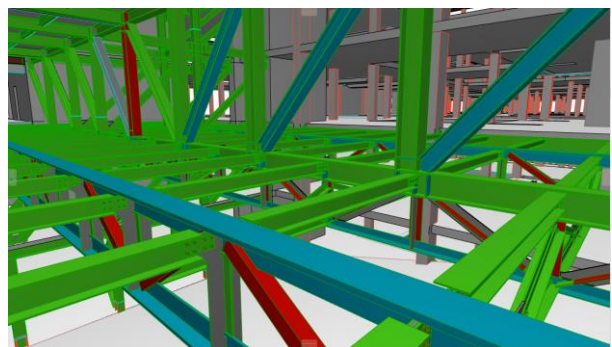


Fig.3 Modelado de Tekla.

Podéis observar en detalle el modelado de TEKLA, la tornillería, e incluso el corte del canto de la chapa preparada para una soldadura "penetración total", el IFC de TEKLA, perfecto,



se nota que es una aplicación OPEN BIM 100%.

Cuando hablamos de OPEN BIM, hablamos de la integración de todas las herramientas BIM, ya que cada usuario debe usar la mejor herramienta para él, y su herramienta debe integrarse con las demás mediante el IFC.

En nuestro caso, el promotor es la Consejería de Justicia e Interior de la Junta de Andalucía, ¿tiene que disponer de licencias de AllPlan, TEKLA, ArchiCAD, Revit, etc, y de todas las aplicaciones que se usen en el modelo?, **no**, el equipo técnico de la promotora trabaja con Solibri Model Checker.

Os voy a definir un poco por encima las posibilidades que tiene una aplicación como Solibri Model Checker, hay varias en el mercado, pero, en nuestro caso, es la usada por la promotora de nuestro proyecto.

- Solibri Model Checker (SMC) detecta fallos potenciales en el modelo al federar los distintos IFC.
- Realiza detecciones de colisiones avanzadas, detección de deficiencias, el cumplimiento de accesibilidad, comparaciones de modelos y extracción de información completa.

- Es una “consola central” para quien necesite mantenerse con el control del proyecto de construcción.
- De esta forma se ejerce un mayor control de calidad en el diseño, construcción y mantenimiento de espacios.
- También mediante el uso de SMC se puede gestionar los costes, los plazos de entrega y los trabajos de mantenimiento.

Con esta aplicación la promotora puede gestionar toda la información que se suministra ya que esta aplicación puede federar IFC, buscar con criterios, listar, detectar colisiones etc.

El promotor solo necesita BUENOS IFC y lo pongo con mayúsculas porque hay aplicaciones BIM donde la información se queda por el camino y NO es el caso de ArchiCAD.

Una vez preparada la información para empezar nuestro trabajo, solo disponíamos de la información CAD del proyecto de ejecución, en dicho proyecto observamos que con 35 tipos de paneles GRC, dispuestos de forma estratégica, resuelven la fachada del edificio.

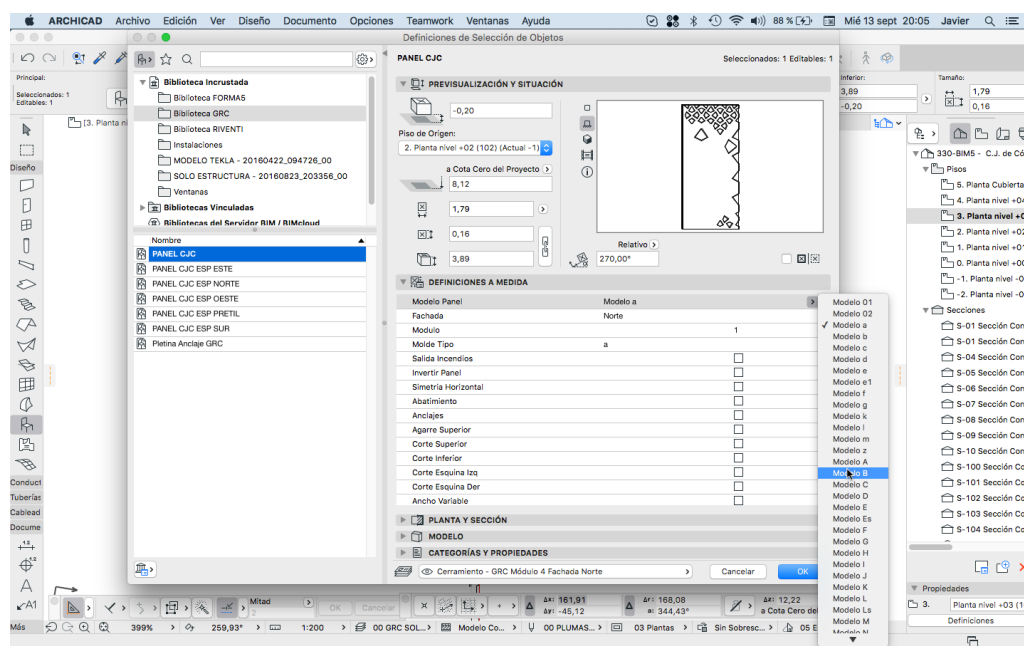


Fig.4 Tipos de paneles.

Una vez analizada la geometría de los paneles, observamos que existe un patrón entre ellos y vimos la posibilidad de programar, con GDL, un solo objeto para ArchiCAD con todo el catálogo gráfico que aparece la información del proyecto de ejecución y las variantes que puedan aparecer.

Una de las condiciones del trabajo es que cada panel GRC debe contener un mínimo de información geométrica, información posicional, referencias a las mediciones, clasificación Uni-Class 2015, incluso información de fabricación, tipología etc.

En el proyecto existen dos tipos de paneles, los que tienen 2,40 metros de ancho y denominados con letras Mayúsculas, y los de 1,80 denominados con letras minúsculas, que podemos elegir directamente desde las Definiciones del objeto programado, tal y como podéis ver en la imagen.

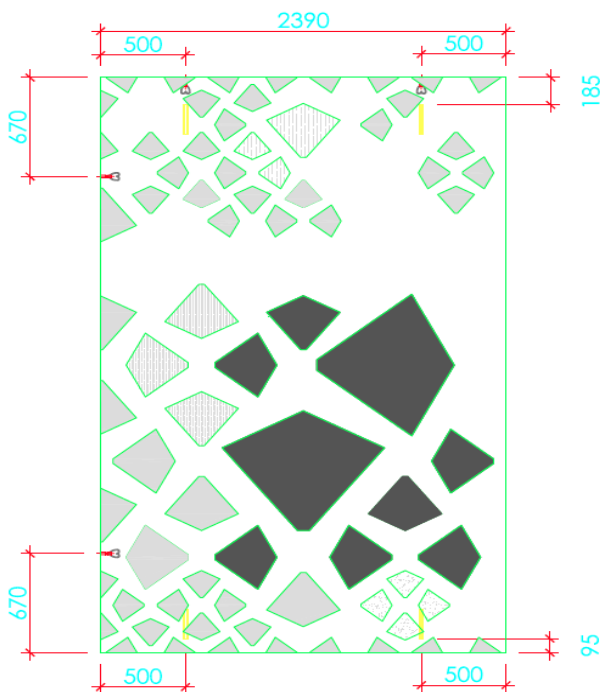


Fig.5 Diseño de paneles.

También podéis observar la información adicional que se le puede añadir, Fachada y Módulo al que pertenece, Tipología, etc.

Lo bueno que tiene el lenguaje GDL es que nos permitió programar el panel para que además tuviese una serie de opciones de modelado

Interactivo en función de su posición en el edificio, funciones como; cortes inferiores a medida, cortes superiores, anclajes, encuentros en esquina, puertas de incendios, etc.

Cuando activamos la opción "Anclajes" aparecen físicamente 4 anclajes (imagen siguiente) igual que en el archivo DWG, pero además tienen un nodo interactivo de color rojo que nos permiten situar el anclaje en el sitio exacto que se ha usado en la realidad, esto nos permite simular con exactitud, la colocación real de cada uno de los casi 1.500 paneles que tiene este edificio.

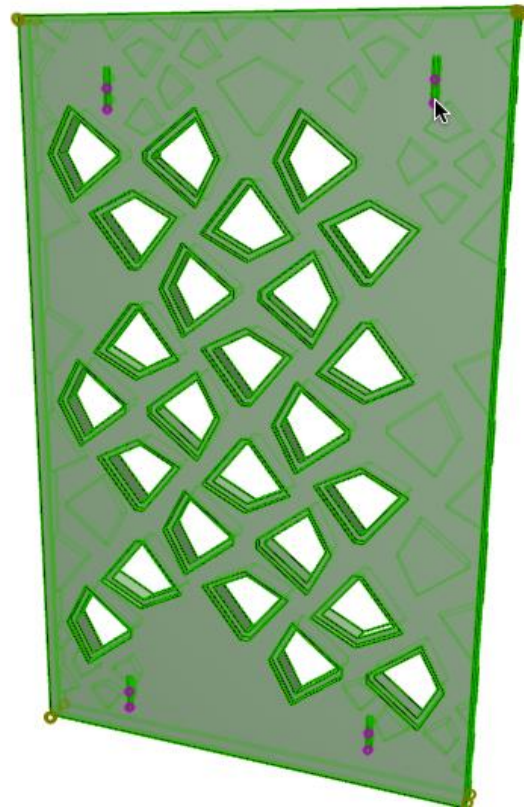


Fig.6 Anclajes en paneles.

Si observáis las fachadas (imagen siguiente) podéis ver que muchos paneles están cortados para poder envolver los volos, también observamos que existen unos huecos para contra incendios que pueden aparecer en cualquier panel tipo, esa es también una opción que programamos en el GDL y que por supuesto llevará cada panel que la tenga activada. En la imagen podéis ver como un panel tipo, con la opción "Corte Inferior", se puede adaptar geométricamente desde el modelo 3D directamente, también podéis observar que en los paneles que tienen activada la opción "Salida de Incendios" aparecen estas salidas, que además



pueden desplazarse mediante un nodo interactivo para colocarlos en su sitio correspondiente.

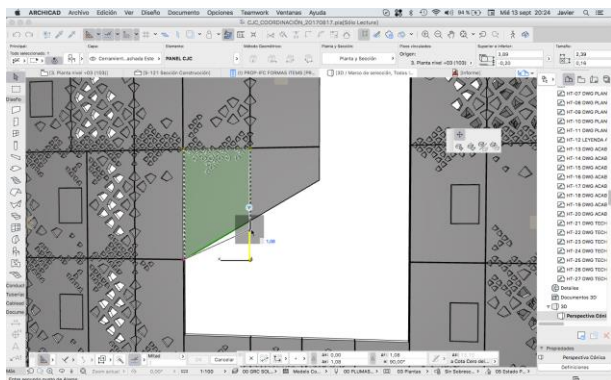


Fig.7 Corte en fachada.

Para la colocación de los paneles en el modelo, usamos los planos DWG de montaje que aportó PREHORQUISA, estos fueron colocados en *Hojas de Trabajo* para usarlo como referencias usando *Trazar Referenciar*.

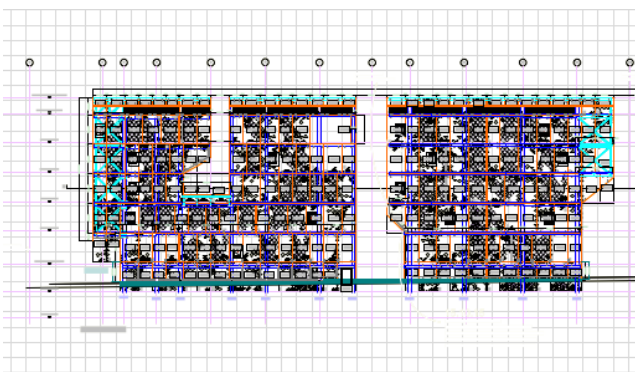


Fig. 8 Estructura del edificio.

De esta forma empezamos a trabajar directamente en el alzado arrastrando copias de los paneles con el DWG de referencia, en principio colocamos todos los paneles lisos para poder ir adelantando trabajo mientras se iban programando los tipos de paneles, después, cuando ya estaban programados solo teníamos que seleccionar el panel y personalizarlo según los planos aportados.

Como podéis observar en las siguientes imágenes, el resultado es espectacular.



Fig.9 Vista exterior de fachada.

En la siguiente imagen, puede apreciarse con todo detalle, como se ajustan perfectamente, las formas poligonales de los rehundidos entre paneles, así como, las disposiciones de los huecos que conforman las ventanas.

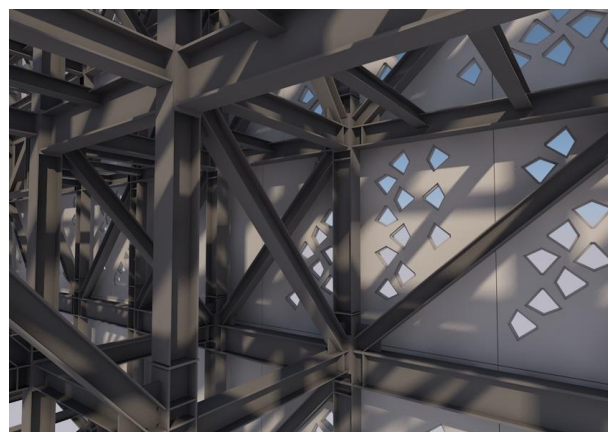


Fig.10 Ajuste del panelado conforme a la estructura.



Evidentemente se detectaron colisiones, sobre todo entre la estructura metálica y los huecos para ventanas del GRC, se tomaron decisiones por parte de la D.F. y en algunos casos crearon nuevas variantes de los tipos de paneles originales. Evidentemente solo tuvimos que trasladar esos cambios a la programación GDL y con un solo clic cambiar de un modelo de panel a otro.

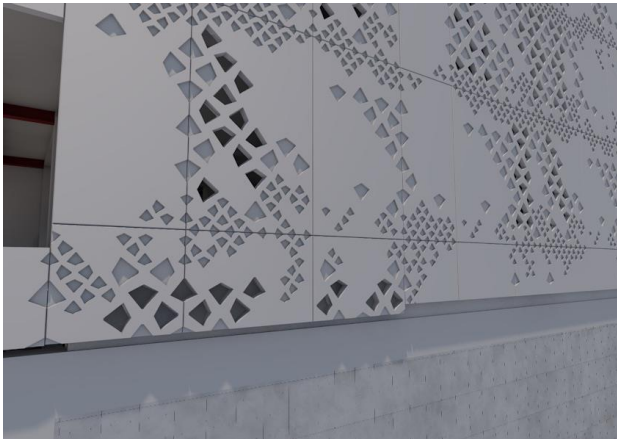


Fig.11 Modelos de panel.

Este es nuestro primer encargo, cuyo producto entregable no es el DWG, ni siquiera el PDF.

Solo ocultamos todas las capas excepto las del GRC y exportamos un IFC, el promotor solo tiene que abrirlo y aparecerá no solo la información geométrica sino toda la información que hemos introducido en ArchiCAD a cada panel.

Para la introducción de información es fundamental los *Listados Interactivos* de ArchiCAD, ya que es la mejor forma de gestionar y auditar la información. En la imagen inferior, podéis observar que se pueden listar por TIPOS, por FACHADAS, etc. Y toda la información que llevan, tales como; Tipo, Salida de Incendios, Cantidad, etc.

También información de Mediciones como Código, Epígrafe, Resumen, etc., igualmente información sobre tipos de clasificación, por ejemplo, Códigos UniClass, etc.

	MOLDE TIPO (Pset_ConcreteElementGeneral)	Salida Incendios	Cantidad	Codigo	Epigrafe
MODELO PANEL Modelo A					
	A	<input type="checkbox"/>	43	7.3	06EWW00008
	A	<input checked="" type="checkbox"/>	21	7.6	06EWW000020
	Aj	---	5	7.3	06EWW00008
MODELO PANEL Modelo A_1					
	A	<input checked="" type="checkbox"/>	1	7.6	06EWW000020
MODELO PANEL Modelo A_2					
	A	<input type="checkbox"/>	1	7.3	06EWW00008
MODELO PANEL Modelo B					
	B	<input type="checkbox"/>	38	7.3	06EWW00008
	B	<input checked="" type="checkbox"/>	2	7.6	06EWW000020
	Bi	---	11	7.3	06EWW00008

Fig.12 Información de mediciones.

Este otro listado, lleva otro tipo información, estamos listando los paneles por fachadas y sus características, si es un panel especial con sobre ancho, si el panel está girado conforme el molde original, si tiene algún tipo de corte, etc.

GRC MODULO 1. FACHADA ESTE													
Molde Tipo	UD	L(A)	Ancho Especial	Esp	Panel Girado	Inglete Der	Inglete Izq	Corte Inferior	Corte Superior	Salida Incendios	Vista Frontal 3D	Epigrafe	Resu
A	1	2,300	<input type="checkbox"/>	0,160	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		06EWW000020	GRC FIGURA CON PU
A	1	2,300	<input type="checkbox"/>	0,160	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		06EWW000008	GRC FIGURA
A	2	2,300	<input type="checkbox"/>	0,160	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		06EWW000008	GRC FIGURA
B	1	2,300	<input checked="" type="checkbox"/>	0,160	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		06EWW000008	GRC FIGURA
B	1	2,300	<input type="checkbox"/>	0,160	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		06EWW000008	GRC FIGURA

Fig.13 Información de paneles.

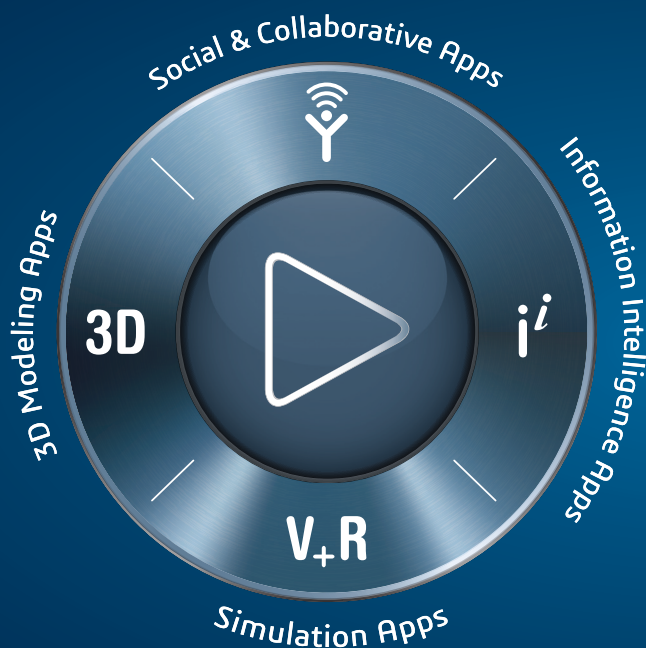
Este será el primero de varios artículos donde contaremos nuestra experiencia en este trabajo, ya que después del éxito del modelado de la fachada GRC, vinieron otros encargos, ArchiCAD ha estado sobresaliente a la hora de manejar un edificio de este calibre, ya dijimos que son más de 50.000 m², teniendo en cuenta que tampoco disponemos de superordenadores, yo por ejemplo, estoy trabajando en este proyecto con un MacBook Pro del año 2012.



El rendimiento de ArchiCAD en modelos grandes y complejos no es un problema para el software, que utiliza de manera efectiva toda la RAM que tiene el equipo. Las actualizaciones son instantáneas en el modelo. El *Procesado en Segundo Plano Predictivo* de ARCHICAD aprovecha la capacidad no utilizada del ordenador anticipando lo que se va a hacer a continuación y preparándose para ello en segundo plano.

El concepto de trabajo en equipo *TEAMWORK* de ARCHICAD ha cambiado la forma en que trabajamos, podemos optar por trabajar desconectados o en tiempo real, enviando y recibiendo los cambios realizados en un abrir y cerrar de ojos.

El trabajo en equipo ha funcionado a la perfección, los IFC exportados de ArchiCAD perfectos, la importación de IFC depende de la aplicación de la que venga y la información que traiga, etc., también agradecerle a nuestro equipo colaborador el esfuerzo y el tesón que han puesto en esta nueva forma de trabajar.



Design for Fabrication, a Dassault Systèmes BIM solution

C/ Orense, 58. Planta 12. 28020 Madrid

Contacto:

Juan Manuel López

Tlf: 91 546 71 40

juanmanuel.lopez@3ds.com

www.3ds.com



Línea 3 del Metro de Guadalajara

SENER es responsable del proyecto y gerencia de obra de 13 estaciones elevadas y 5 estaciones subterráneas para conectar 20,43 km desde Zapopan hasta Tlaquepaque en Jalisco, México.

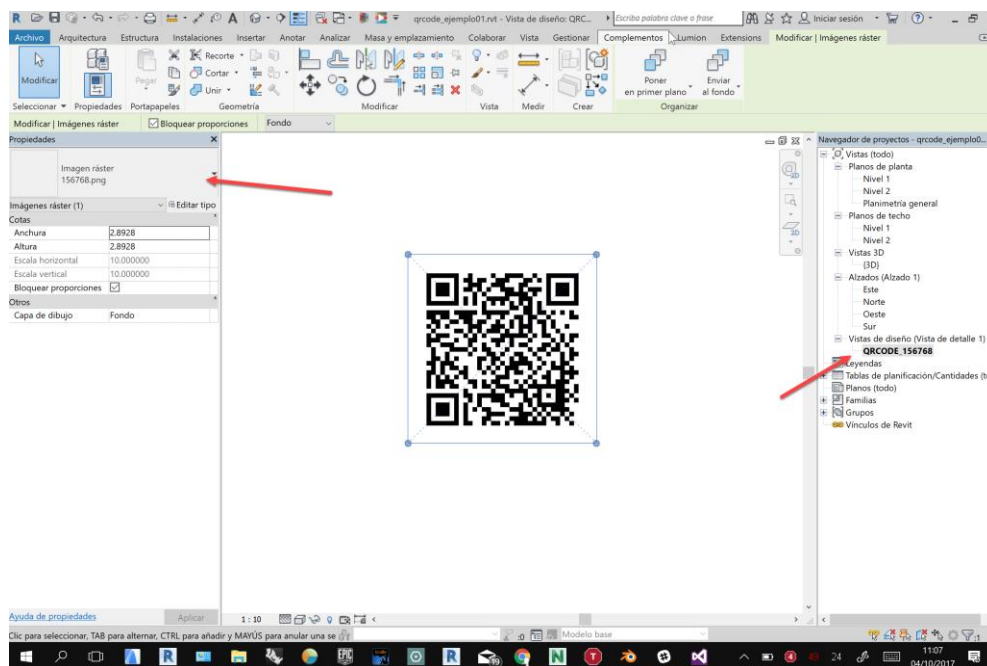
Liderando la innovación en BIM (Building Information Modeling y Management)

La trayectoria de SENER ha estado siempre ligada a las más modernas herramientas de apoyo a la ingeniería. Remontándose más de 50 años atrás, con la creación del sistema FORAN para el diseño de buques y artefactos navales; y recientemente, proyectos como la sede

central de BBVA (Madrid), metro de Doha (Qatar), metro de Panamá, entre muchos otros. El valor añadido de BIM en la integración de todo el ciclo de vida del proyecto posibilita una mejor interacción entre SENER y sus clientes.



La manera de ver el futuro



QRcodeBIM Generator. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA RECEPCIÓN DE MATERIALES EN OBRA

La aplicación QRcodeBIM Generator utiliza directamente el modelo BIM creado en el desarrollo del proyecto como instrumento para el control de materiales en la obra. La generación de códigos QR para cada elemento constructivo permite el control directo de los materiales en su recepción en obra. Esta nueva metodología establece una fuente única de conocimiento (SSOT) en el proceso constructivo alcanzando los niveles de control de obra exigidos por la LOE y el CTE.

José Gémez Jimenez. *Arquitecto. Coordinador y formador Área BIM de Animum Creativity Advanced School.*

Lorenzo María Díaz Cabiale. *Doctor Arquitecto. Profesor del Área de Expresión Gráfica de la Escuela de Arquitectura de Málaga.*

1 INTRODUCCIÓN: MARCO LEGISLATIVO

Con la aprobación de la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) quedaron definidos los requisitos básicos de los edificios y las competencias y obligaciones de los agentes de la edificación.

En la exposición de motivos de la LOE se justifica su aprobación por la "falta de una configuración legal de la construcción de edificios" y porque "la sociedad demanda cada vez más la calidad de los edificios." [1]

La principal medida que establece la LOE para aumentar la calidad de los edificios es la delimitación de las responsabilidades de todos los



participantes en sus procesos de construcción y utilización. Uno de los aspectos más innovadores de esta ley es la ampliación, en términos jurídicos, de los agentes de la edificación.

Además del promotor, proyectista, constructor, director de obra y director de ejecución de la obra, la LOE considera agentes de la edificación las entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación, los suministradores de productos y los propietarios y usuarios.

Se considera, por tanto, necesario establecer un marco legislativo que permita y obligue a un exhaustivo control de la calidad de los materiales empleados en los procesos constructivos.

En su artículo 15, la LOE define las obligaciones del suministrador de productos de construcción: "a) Realizar la entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable. b) Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada."

Además de fijar las obligaciones de los suministradores, la LOE en el Artículo 13 detalla la responsabilidad del director de la ejecución de la obra en este control de la calidad de los materiales empleados: "b) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas."

El desarrollo normativo de estas exigencias establecidas en la LOE se realiza mediante el Código Técnico de la Edificación (CTE) En el propio texto de su aprobación se vuelve a insistir en la necesidad de elevar la calidad de la edificación no acorde con las demandas de la sociedad.

Para conseguir este salto de calidad, en el tema tratado de los materiales utilizados en la construcción, en el Art. 5.2 se establece el marco jurídico necesario para el control de los productos, equipos y materiales por parte de las Administraciones Públicas competentes.

En el Art.7 concreta, dentro de las condiciones en la ejecución de las obras, el control de recepción en obra de estos productos, equipos y sistemas. En el apartado 7.2.1 se llega a establecer la documentación mínima necesaria que se facilitará a la dirección facultativa por parte de los suministradores para la correcta identificación y definición de los materiales: "Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados [2]

2 EL PROYECTO Y LA TECNOLOGÍA BIM

En la actualidad todo este proceso de control de suministros y verificación de sus características y calidades exigidas se realiza por parte de la empresa constructora durante el desarrollo de la obra. El proyecto define la totalidad de los materiales que se van a emplear en la obra y los ensayos necesarios a ejecutar para garantizar la calidad exigida. Pero, actualmente, el proyecto es un documento ajeno al propio proceso de control de materiales que se establece en la obra, impuesto por el nuevo marco legislativo y necesario para alcanzar los niveles de calidad exigidos por la sociedad.

La tecnología BIM transforma el propio concepto del proyecto. Aunque su significado literal nos remite a un objeto, el modelo, la mayoría de los autores especialistas en esta tecnología la definen como una herramienta o proceso. El término "modelo" se vincula al concepto clásico del documento técnico del proyecto empleado hasta nuestros días. Los términos "proceso" o "actividad" vinculan la tecnología BIM a todas las fases del proceso constructivo desde la realización del proyecto, la ejecución de la obra o el propio uso del edificio.



3 BIM COMO SSOT

Cuando se haga un listado utilice la opción de viñetas o de numeración.

Como cualquier actividad, el proceso constructivo se ha vuelto inmerso en los nuevos avances tecnológicos, muchos de ellos facilitan la obtención de información. El documento clásico del proyecto es, en su propia esencia, un documento cerrado. Se le presupone con la capacidad de albergar toda la información técnica necesaria para la correcta ejecución de la obra.

Sin embargo, aun en el caso de alcanzarse esta excelencia en su elaboración, esto no implica que sea un exhaustivo reflejo de la realidad construida. La propia legislación vigente en España asume las limitaciones del proyecto obligando a la elaboración de una documentación complementaria donde queden reflejados, entre otras cosas, los materiales realmente empleados en la construcción del edificio.

Debido a su complejidad y a la influencia de las nuevas tecnologías en el proceso constructivos empieza a existir la necesidad de contar con un SSOT "Single Source of True". Una fuente única de conocimiento que evite las complicaciones causadas por informaciones contradictorias. Contradicciones que pueden darse dentro del propio proyecto o en el proceso de su ejecución. En el acrónimo BIM, la "I" se refiere a la "información". Si BIM es una metodología, tiene un sustrato tecnológico en un sistema de información. Al contrario que el documento del proyecto en su sentido clásico, la tecnología BIM es abierta. El modelo tiene la capacidad de aumentar su nivel de información, el modelo BIM tiene, por tanto, la posibilidad de convertirse en SSOT del proceso constructivo.

4 INTERACCIÓN MODELO-REALIDAD

Para alcanzar este objetivo es necesario que exista un transvase de información directa entre el modelo (futuro SSOT) y la realidad, en nuestro caso el proceso constructivo. La aplicación **QRcodeBIM Generator** desarrollada es un primer paso necesario para utilizar el modelo como sistema de almacenamiento y clasificación de todos los materiales empleados en la obra. El modelo se convierte en el instrumento directo para el control de la recepción de materiales en la obra recopilando toda la información exigida

por la legislación vigente. Esto supondría una mejora en el control y por tanto la calidad del proceso constructivo.

5 REVIT COMO GESTOR DE DATOS

Revit trabaja internamente con una base de datos de elementos interrelacionados, permitiendo que los diferentes elementos constructivos de un proyecto tengan una representación gráfica en tridimensional y distintos ítems de información asociada. Esos ítems de información asociados se denominan dentro de Revit parámetros. Revit divide estos ítems de información en 5 grandes tipos: parámetros de sistema, parámetros de familia, parámetros compartidos, parámetros, parámetros globales y parámetros de proyecto. La mayoría de estos parámetros pueden ser a su vez parámetros de ejemplar o de tipo según categoricen elementos o tipos de elementos.

Estos ítems pueden contener a su vez diferente información: numérica, entero, texto...

Por tanto, a través de los distintos tipos de parámetros podremos añadirle información de diferente índole: direcciones web asociadas con las páginas del fabricante, fechas de recepción en obra, fechas de puestas en funcionamiento...

6 APLICACIÓN QRcodeBIM Generator

Se ha desarrollado la aplicación a modo de "ad-din" que funciona dentro del propio programa, la idea es que estos aditamentos de información queden reflejados dentro de la base de datos del propio programa y Revit funcione como una fuente única de conocimiento asociado al modelo. También se busca facilitar el intercambio de datos entre modelo y realidad, consiguiendo que se realice en la propia obra en el momento en que se recepcionen los materiales. Para ello, en un primer estado, la aplicación genera códigos QR, de manera que se puedan leer en obra mediante dispositivos móviles de manera unívoca. Cada parámetro de información se genera mediante un código QR único, este código QR en vez de generarse en un programa externo a Revit se genera desde la propia aplicación, generando a su vez una vista de diseño asociada. Esa vista de diseño contiene el ID único de Revit.

7 FUNCIONAMIENTO

La aplicación se ha desarrollado en Visual Studio, y una vez compilada se empaqueta en un instalador. Este instalador una vez ejecutado añade un icono dentro de la ficha de “Complementos” de Revit.

En la cinta puede observarse el icono “QRcode”. Una vez clicado el icono, se han de seleccionar el elemento o elementos a etiquetar.

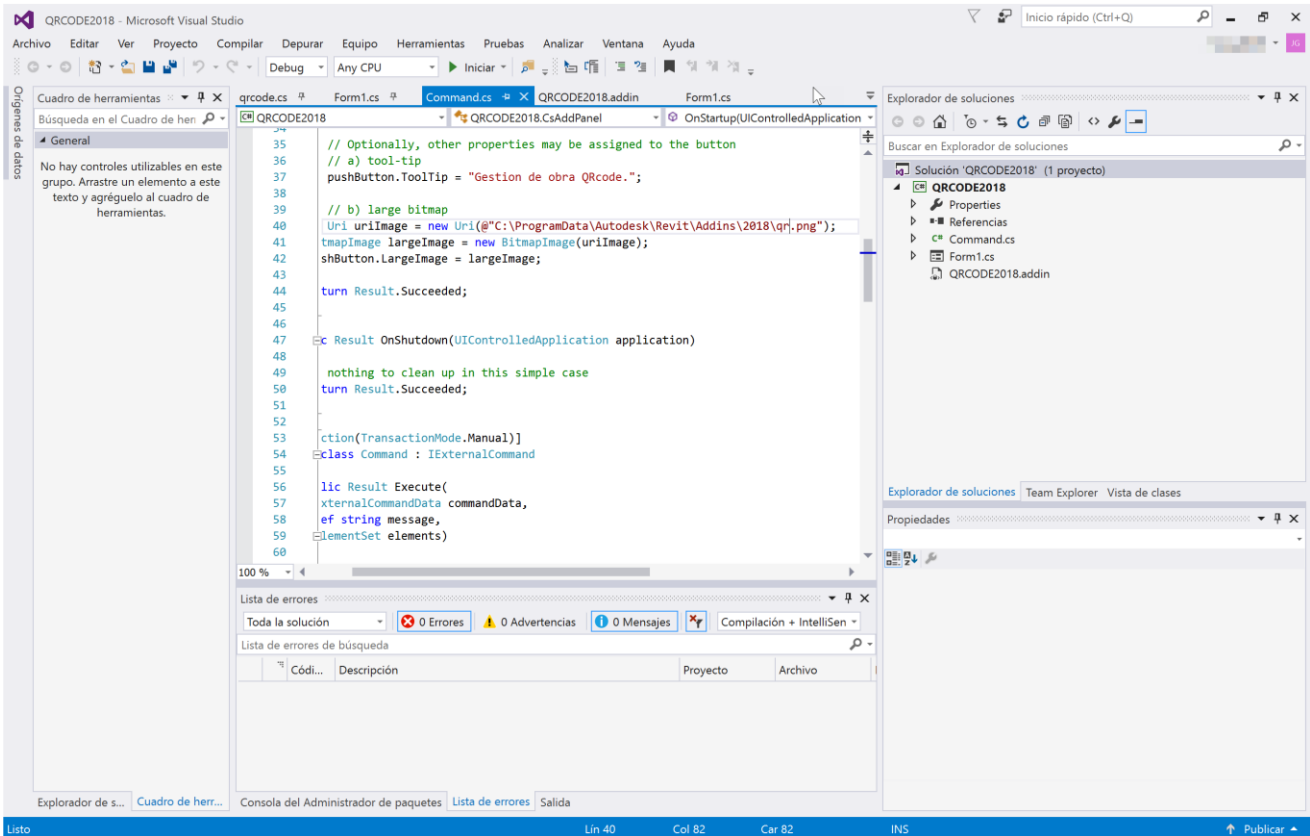


Fig.1

Para poder genera un código QR asociado a un elemento este elemento ha de poseer previamente un parámetro con una nomenclatura específica, en este caso el nombre es “QRcodigo”.

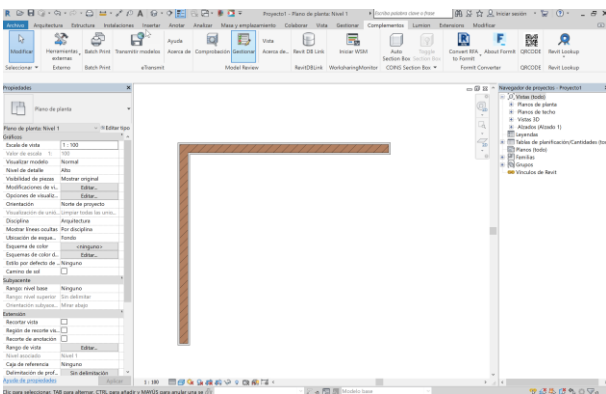


Fig.2

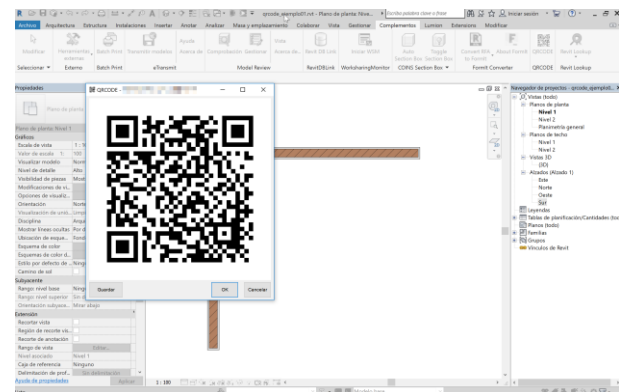


Fig.3

QRcode genera un código QR y nos permite en este momento guardar dicha imagen como una imagen de bits externa.

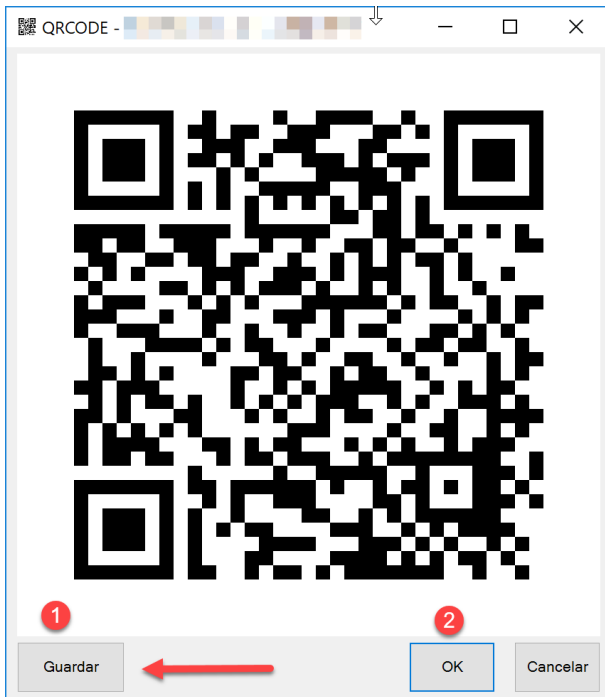


Fig.4

Una vez aceptada esta ventana emergente, Revit guarda esta imagen como una imagen raster de Revit y genera automáticamente una vista de diseño para mantener toda la información dentro del modelo.

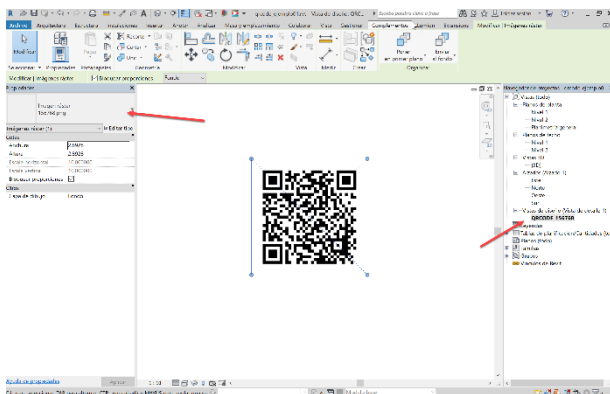


Fig.5

Revit por tanto, no solo genera los distintos código QR, sino que también los almacena dentro del propio archivo .RVT consiguiendo así que el modelo creado funcione como fuente única de conocimiento asociando todos los elementos de obra.

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación BOE núm. 266 de 06/11/1999
- [2] Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE núm. 74 del 28/04/2006



EUROPEAN SUMMIT

Barcelona 2018

Share your BIM
experience



4a Cumbre Europea sobre
**Building Information
Modeling (BIM)**

Auditorio AXA
L'Illa,
Barcelona
Av. Diagonal,
547

8 y 9
de marzo
de 2018

Más información: www.europeanbimsummit.com



#BIMSummit18

Organizers:



COL·LEGI D'APARELLADORS, ARQUITECTES TÈCNICS
I ENGINYERS D'EDIFICACIÓ DE BARCELONA



BIM Academy



buildingSMART
Spain

Main Partner:

Roca

Sponsors:



Public Administration:



PROYECTAR CONTROLANDO COSTES EN ENTORNOS DE TRABAJO BIM

El trabajo en entornos BIM permite un control económico del coste de ejecución de un proyecto mucho mayor del que hemos venido aplicando convencionalmente, considerando al especialista en mediciones y presupuestos como una disciplina más que se incorpora al proyecto desde los primeros estadios de diseño. En este contexto, su actividad puede aportar mucho más valor al proyecto. Estos especialistas ya disponen de herramientas de software que les permiten trabajar con gran flexibilidad, dialogando indistintamente con la mayoría de plataformas de software, obteniendo y elaborando datos de muy diverso origen.

Ferran Bermejo Nualart. *ITeC, Barcelona, España.*
fbermejo@itec.cat / www.itec.es

1 AJUSTANDO COSTES A LAS EXPECTATIVAS DEL CLIENTE

El ajuste del coste de un proyecto a las expectativas o condiciones presupuestarias del cliente ha sido siempre un aspecto complejo en el proceso de realización de un proyecto. Los profesionales especialistas en este ámbito o disciplina tienen una responsabilidad importante y no siempre trabajan en las condiciones óptimas para dar respuesta a los requisitos económicos de forma eficiente. De hecho, la forma en la que se trabaja, el flujo de trabajo comúnmente aceptado en la mayoría de proyectos, lleva ya implícitas las dificultades para llevar a cabo un buen presupuesto.

Normalmente, desde el momento del encargo se conoce el presupuesto disponible para la construcción de un proyecto. Es preocupante que, en la gran mayoría de casos, la primera aproximación fiable al coste real de construcción no se conozca hasta que el proyecto ejecutivo está muy avanzado. Tan avanzado que, frecuentemente, cuando se detectan desajustes entre el proyecto y las previsiones de gasto del cliente, ya no se pueden realizar de forma coherente las modificaciones necesarias para reconducir el proyecto a los costes esperados.

En esta situación se toman decisiones insuficientemente ponderadas que conllevan repercusiones colaterales no deseadas.

El proceso secuencial con el que redactamos los proyectos, es decir, la intervención una tras otra de los distintos especialistas que intervienen, conduce de forma inevitable a este tipo de situaciones, en la que mediciones y presupuesto aparecen tardíamente.

2 UNA OPORTUNIDAD DE REDEFINICIÓN DE LAS TAREAS DE MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

Para mejorar este escenario empezamos a disponer de algunos recursos. Por un lado, las propuestas de nuevos esquemas de trabajo colaborativo, y por otro la tecnología informática que permite integrar y coordinar disciplinas de forma más eficiente. La tecnología que utiliza el software BIM, nos permite aplicar metodologías de trabajo que tienen como objetivo alcanzar unos procesos más paralelos, menos secuenciales.

Trabajar colaborativamente en un entorno BIM puede ser la clave para mejorar la actividad de



los especialistas en el control de mediciones y presupuestos.

Pero nos equivocaríamos si pensáramos que la adopción de estas nuevas tecnologías informáticas reducirá o substituirá el trabajo de los especialistas en esta disciplina. Deberíamos considerar la posibilidad de automatizar actividades repetitivas y reducir así tiempos dedicados a actividades de escaso valor añadido. El tiempo ganado se puede dedicar al análisis de alternativas que tiendan a mejorar el proyecto final desde la perspectiva de los costes y los procesos de ejecución. ¿Alguien pone en duda, por ejemplo, que la automatización del software de cálculo de estructuras no ha reducido fundamentalmente el tiempo que exige la redacción del proyecto de estructura? La automatización de cálculos no ha eliminado a los profesionales especialistas en estructuras. Tampoco ha reducido el tiempo de redacción de un proyecto de estructura. En cambio, ha sido capaz de liberar horas de trabajo poco gratificante, para dedicarlas a valorar alternativas tipológicas, materiales, geometrías, con la finalidad de optimizar las decisiones de proyecto.

Esta es justamente la evolución hacia el BIM del trabajo que realizan los especialistas en mediciones y presupuestos. La conexión del software de presupuestos con el de modelado BIM es el salto más importante que ha sufrido esta disciplina desde hace muchos años. ¿Porqué?

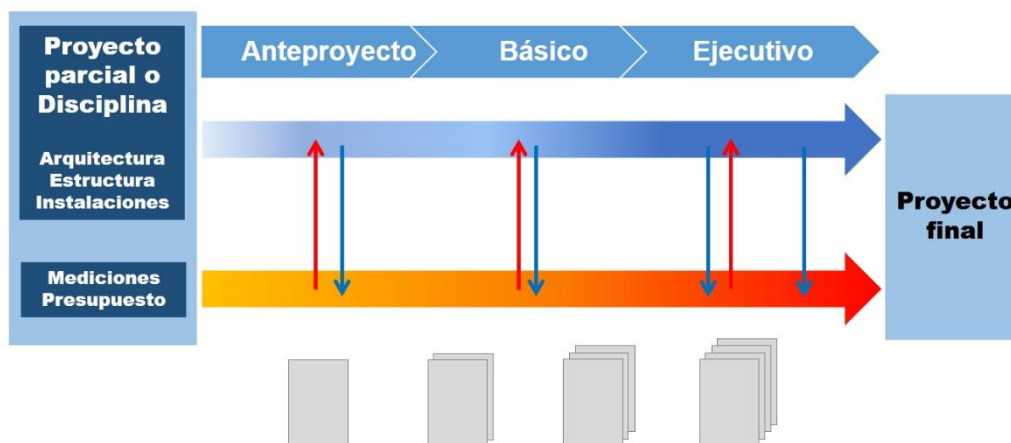
Hay varios argumentos. El primero es que permite acercar la primera versión del presupuesto a las fases iniciales del proyecto. El segundo es que se pueden obtener unas cuantificaciones o recuentos de forma automatizada, en una buena parte del proyecto. El tercero, como consecuencia de ello se puede empezar a tomar el control presupuestario en las primeras fases del proyecto básico, aportando el conocimiento constructivo del especialista en presupuestos (criterios generales, particulares, alternativas de materiales y productos, soluciones tipológicas...), con el objetivo de que el equipo de diseño y el resto de disciplinas, tomen las decisiones oportunas en el momento adecuado, y mantener así un control continuo del presupuesto a través de la evolución del proyecto.

3 DIALOGO PROYECTO – PRESUPUESTO

En la transformación que estamos viviendo se hace necesario redefinir flujos de trabajo, convenir los intercambios de información en tiempo y formato, así como las herramientas de software que se van a utilizar. En la definición que se realiza para cada proyecto (*Bim Execution Plan, BEP*), se debe contemplar el modo en el que se va a producir el diálogo entre el especialista en mediciones y presupuesto con el resto de miembros del equipo de proyecto. Desde la definición de los primeros volúmenes conceptuales, o de las tecnologías constructivas a utilizar, hasta que se llega al proyecto ejecutivo, las mediciones y presupuesto tienen una capacidad de maduración acorde con la que experimentan el resto de disciplinas que intervienen. En los acuerdos que toma el equipo de diseño acerca de las características del modelado BIM, deben ser consideradas las prestaciones que van a ser necesarias para la medición y el presupuesto, normalmente muy ligadas también a aspectos como la planificación y la ejecución de obra.

A lo largo del proceso de diseño, y del mismo modo que para todas las disciplinas, deben establecerse hitos en los que se realizan aproximaciones al presupuesto. En cada hito se genera una versión del presupuesto. En las primeras versiones, lógicamente, se deberán aceptar holguras o desviaciones que, a medida que el proyecto madura, se deberán ir reduciendo para situarlo en los costes fijados por el cliente.

Es en estos hitos intermedios, en los que el equipo completo conoce los costes de las soluciones adoptadas y, en caso necesario, puede reconducir el diseño hacia el objetivo prefijado con conocimiento de causa.



Maduración de mediciones y presupuesto

La versión final de las mediciones y presupuesto se alcanza por tanto de forma natural y progresiva, suprimiendo así los clásicos (y nocivos) “sprints” de última hora.

4 HERRAMIENTAS FACILITADORAS DEL CAMBIO

Para avanzar en la dirección planteada conviene que los responsables de las mediciones y presupuestos dispongan de herramientas adecuadas que les permitan trabajar de un modo más integrado con el resto de los integrantes de los equipos con los que colaboran.

¿Qué deberíamos exigir a las herramientas de software para mediciones y presupuestos?

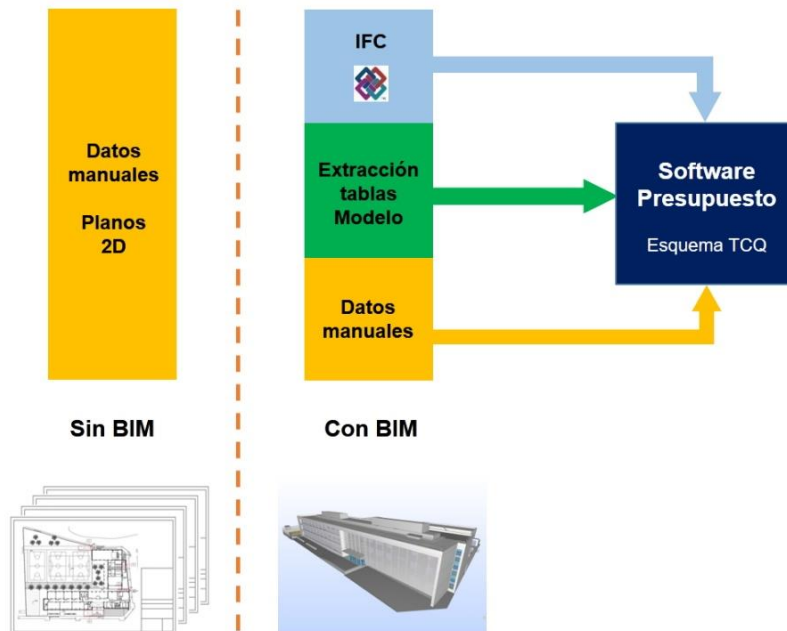
Primera consideración: Un trabajo realmente colaborativo, es decir, entre diversos equipos que asumen distintas partes de un proyecto, exige disponer de herramientas flexibles que sean capaces de operar con datos procedentes de cualquier plataforma de modelado, no sólo con alguna de ellas. No podemos pretender que todos los equipos que intervienen en un proyecto se sometan a trabajar bajo la misma herramienta de modelado. Abogamos por la flexibilidad y la interoperabilidad.

Segunda consideración: hay que ser consciente que los datos con los que se elabora un presupuesto proceden de distintas fuentes que se complementan entre ellas:

- datos de modelo que se traspasan a través del formato IFC
- datos que se obtienen a través de exportaciones de tablas y listados de las plataformas de modelado
- datos que proceden de software, que sin ser BIM, pueden ser incorporados para medición
- datos obtenidos de forma manual ya que no forman parte del modelo

Es utópico pensar que hoy en día un presupuesto en entorno BIM se elabora con datos extraídos únicamente del modelado.

Tercera consideración: Procurar una autonomía y economía de medios por parte del especialista en presupuestos, dotándole de unas herramientas que le permitan navegar por los modelos BIM, y que vinculen los elementos del modelo con el presupuesto. Esas herramientas de visualización pueden estar integradas en el propio software de presupuestos, con lo que su trabajo no precisa del acceso a programas de modelado.



Obtención de datos para presupuesto

Estas ideas clave, o criterios de diseño de software son los que el ITeC ha trasladado a su software TCQ2000, que actualmente ya cubre el trabajo BIM para mediciones, presupuesto y certificación gráfica de obra ejecutada.

TCQ admite diversos modos de trabajo. Por un lado, la capacidad de operar con formatos IFC, el formato abierto (Open BIM) más extendido, que garantiza la visualización y consulta de modelos sin salir del entorno del software de presupuestos. Por otro lado, la capacidad de leer tablas y ficheros de datos producidos por cualquier software BIM o incluso, sin ser BIM. Gracias a ello, es posible confeccionar mediciones y presupuestos con datos que provienen de muy diversas fuentes.

Adicionalmente, y para aquellos usuarios más avanzados que trabajan en equipos multidisciplinares que operan dentro de un *Common Data Environment (CMD)*, existe la posibilidad de controlar la vigencia de los datos compartidos con los que se está elaborando las mediciones y presupuesto.

Todo ello se sitúa dentro de una apuesta decidida por la flexibilidad, interoperabilidad, autonomía de medios, y contención de costes que siempre están en el punto de mira de las herramientas que facilitamos al sector.

5 CONCLUYENDO

El camino de cambio que hemos iniciado en el sector irá evolucionando. La maduración de los procesos de trabajo en entorno BIM nos llevará hacia nuevos enfoques en los criterios de mediciones, y en la estructura de las bases de datos. La automatización de las cuantificaciones, y el diseño orientado a objetos así lo requieren. Conviene también tomar precauciones frente al concepto "automatización de las mediciones". El modelo BIM puede aportar un volumen de datos y -esperemos- de información relevante, pero hoy por hoy aún hay una cierta distancia entre los datos extraídos del modelo (Cuantificaciones o recuentos) y lo que denominamos "medición". Pero este es ya otro tema que intentaremos tratar en el futuro.

REAPERTURA MATRICULACIÓN

FEBRERO 2018

MASTER OPEN BIM

MÁSTER EN METODOLOGÍA OPEN BIM

ESPECIALIZACIÓN EN
METODOLOGÍA OPEN BIM I
30 CRÉDITOS ECTS

ESPECIALIZACIÓN EN
METODOLOGÍA OPEN BIM II
30 CRÉDITOS ECTS

TRABAJO FIN DE MÁSTER
8 CRÉDITOS ECTS

OPEN BIM™

GRAPHISOFT
ARCHICAD

ALLPLAN
A NEMETSCHKE COMPANY

AUTODESK
REVIT ARCHITECTURE

cupe
SOFTWARE

Arktec

DDS-CAD

SOLIBRI

VICO SOFTWARE
Integrating Construction

VIEWPOINT
CONSTRUCTION SOFTWARE®

Tekla

SYNCHRO
SOFTWARE

www.masteropenbim.com

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN
Avda. Reina Mercedes, 4 A - 41012 SEVILLA

jenieto@us.es
654 267 425
954 556 922





UN BIM COMO UNA CATEDRAL

La Capilla del Sagrado Corazón de La Catedral de Palma de Mallorca, un proyecto con vistas al futuro y con una gran capacidad de divulgación.

El proyecto persigue de forma paulatina ir afrontando un modelo BIM que servirá de repositorio de información técnica, cultural y divulgativa y un punto de conexión entre los mallorquines y el resto del mundo.

Con sólo un password se puede disponer de la información protegida y/o limitada en cualquier punto del mundo.

Alberto Armisen Fernández-Trojaola

1 DESCRIPCIÓN DEL ÉXITO ALCANZADO:

Partiendo del modelo BIM, con un alto nivel de detalle, que permite acceder desde el a la información asociada. Construida la maqueta virtual, desde el visor, el arquitecto puede navegar e interactuar con el modelo, crear secciones virtuales, hacer consultas gráficas, aplicar filtros de visualización, buscar información, etc. Ha sido determinante para la localización de humedades al practicar una sección a la altura de las gárgolas.

2 DATOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO

- Intervención directa sobre la arquitectura de la Capilla del Sagrado Corazón.
- Intervención directa sobre el retablo y patrimonio mueble del interior de la Capilla.
- Incorporación de documentación patológica y de intervención. Generar Plan "ad hoc" de mantenimiento correctivo y preventivo.

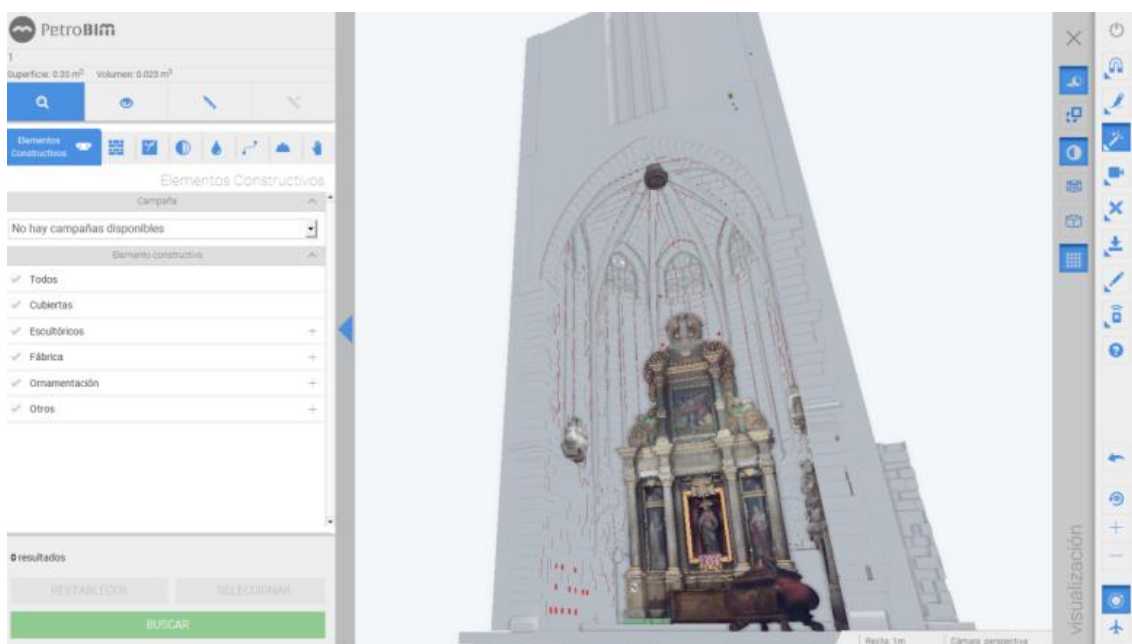


Fig.1



3 OBJETO DEL USO DE BIM

- Al poder trabajar con un archivo único, el modelo y los datos están unidos en las consultas. Se pueden generar consultas vinculadas. Acceso según nivel de intervención y permisos por gremios.
- Incorporación del proceso metodológico BIM en el Plan Director de La Catedral de Palma de Mallorca en su totalidad. Primera fase LOD 100 para volumen del continente y 300 en arquitectura y 350-400 en restauración y retablo.
- Gestionar y planificar la difusión de las intervenciones en un "abierto por obras" en un proyecto a 4 años.

Podemos incorporar a PetroBIM la información existente del proyecto hasta la fecha y la obtenida en los diferentes trabajos del proyecto. Se pretende gestionar el conocimiento sobre el estado de conservación de La Catedral asociando todas las fases previas y datos actuales sobre el modelo de la Capilla.

En lo relativo a los materiales, se ha podido recoger la información derivada de fases de estudios previos a fin de poder ser utilizada posteriormente tanto en la preparación del proyecto de restauración como en proyectos expositivos o de divulgación de la Capilla.

La visualización tridimensional del estado de alteración de cada elemento o las consultas de la información asociada ha permitido una toma de soluciones para la redacción de proyectos e ir trabajando el futuro plan de conservación, etc...

Se han asignado a cada uno de los elementos, atributos temporales o constructivos que facilitan la elaboración de secuencias constructivas desde el origen de la construcción hasta la actualidad, pudiendo realizar múltiples consultas que permiten visualizar y analizar de una manera rápida y sencilla la historia constructiva de la Capilla.

Con PetroBIM se ha planteado la redacción de los proyectos de restauración de otras capillas y a su posterior control durante la obra, en el adquieren gran importancia las consultas gráficas relativas a las mediciones de las acciones a ejecutar y la duración de las mismas, permi-

tiendo de esta manera calcular de forma precisa las diferentes unidades de obra.

Como entregable a los técnicos responsables de velar por la gestión y mantenimiento de los bienes culturales intervenidos. Finalizadas las labores de conservación / restauración, se ha dejado diseñado un plan de mantenimiento que ha de estar recogido dentro del proyecto de restauración.

El uso de la metodología BIM a través de PetroBIM puede aplicarse para administrar la información del proyecto catedralicio estructurándolo en fases de intervención. Se puede acceder fácilmente y en tiempo real a los datos de monitorización, además de la información gráfica y documental. La disposición de tanta información fácil de consultar en un solo archivo gráfico acelera el proceso de toma de decisiones y por lo tanto reduce costes indirectos.

El éxito fundamental estriba en que TODOS los intervinientes en un proyecto de Patrimonio Histórico han venido encontrándose deslocalizados hasta la fecha. A partir de ahora la Catedral de Palma sólo ha de habilitar los accesos para que cada uno haga bien su trabajo siempre supervisado.


4 ANALIZAMOS UN CASO REAL CON LA ESTIMACIÓN DE AHORROS EN EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA CAPILLA DEL SAGRADO CORAZÓN DE LA CATEDRAL DE PALMA DE MALLORCA

Ésta plataforma informática interactiva que trabaja en red dedicada a la gestión, estudios e intervenciones en proyectos de patrimonio histórico.

- Es una plataforma con módulos específicos para el ámbito de patrimonio (materiales, alteraciones, intervenciones...) y un reservorio para almacenamiento de documentación.
- Trabaja en red, es interactivo y opera de modo inmediato, en tiempo real. Se puede trabajar desde cualquier punto del mundo con una conexión a internet.



- Está diseñado para encajar características y propiedades en cuantas unidades geométricas esté dividido el bien patrimonial.
- Da total respuesta en los proyectos a nivel arquitectónico y arqueológico.
- Representa de modo inmediato esas características o cuantas combinaciones de las mismas se le presenten, que quedan disponibles en sus bases de datos.

Ventajas y bondades valoradas de PetroBIM 			Caso Real: Capilla del Sagrado Corazón Catedral de Palma de Mallorca
GESTIÓN	OBRAS	MANTE-NIMIENTO	
Unificación y accesibilidad. Implica optimizar tiempos de gestión y de trabajo. Al disponer de un almacenamiento común permanentemente accesible, los profesionales y gestores no tienen que ir buscando o pidiendo la información de un proyecto desde su inicio. Todos van volcando su documentación dejándola accesible.			Entre 9%-12% de ahorro de costes indirectos para el gestor del proyecto.
Herramienta de estudios especializados Facilita el trabajo de los profesionales al presentarles en pantalla los espacios para disponer sus múltiples variables y pestañas para programar. Cuantas más se introduzcan más potente es. A cada elemento geométrico representado se le va asociando la información que necesite en casillas de información vinculadas a las bases de datos y que pueden ser corregidas o actualizadas cuantas veces se			Entre un 12%-17% de ahorro de costes para proyectistas que trabaja en el proyecto.

requiera.	
Proyectos Una plataforma de proyectos para su redacción y ejecución. Facilita las simulaciones y el trabajo final al calcular gastos de las diferentes unidades de actuación asociados al área o el volumen implicados en la planimetría 3D.	Hasta un 10% para el gestor del proyecto
Pluridisciplinaridad Para arquitectos, arqueólogos, historiadores, restauradores, petrólogos, gestores... Desde los primeros pasos de la gestión, cada participante puede alojar su información que permite ser inmediatamente consultada por todos. Las infinitas representaciones gráficas y paramétricas de PetroBIM ayudan al trabajo en común. Las comunicaciones y reuniones para intercambiar información pueden reducirse u optimizarse notablemente.	Hasta un 15% para los técnicos de proyecto.
Difusión Un lugar navegable para exponer los esfuerzos generados y recursos utilizados. Con la potente interfaz gráfica para representar todo tipo de resultados clasificados y navegación 3D, se tiene a disposición una llamativa herramienta para difundir información y justificar los recursos empleados en preservar el patrimonio.	Genera ingresos recurrentes y potencia la visión de nuestro patrimonio a través de la promoción y difusión.

Tabla 1. Ventajas y bondades valoradas de PetroBIM.



Difusión: Genera ingresos recurrentes y potencia la visión de nuestro patrimonio a través de la promoción y difusión. Tienen muchas salidas promocionales y nuevas líneas de negocio vinculados a campos diversos como los juegos, el desarrollo endógeno en torno al Patrimonio, etc.

Tiene un precio muy bajo en torno al 2% y un retorno incalculable.

Ciclo de vida: Se mantiene el Monumento o bien cultural con la información actualizada y con un plan de mantenimiento y conservación programado para llevar a cabo una conservación preventiva y NO reactiva.

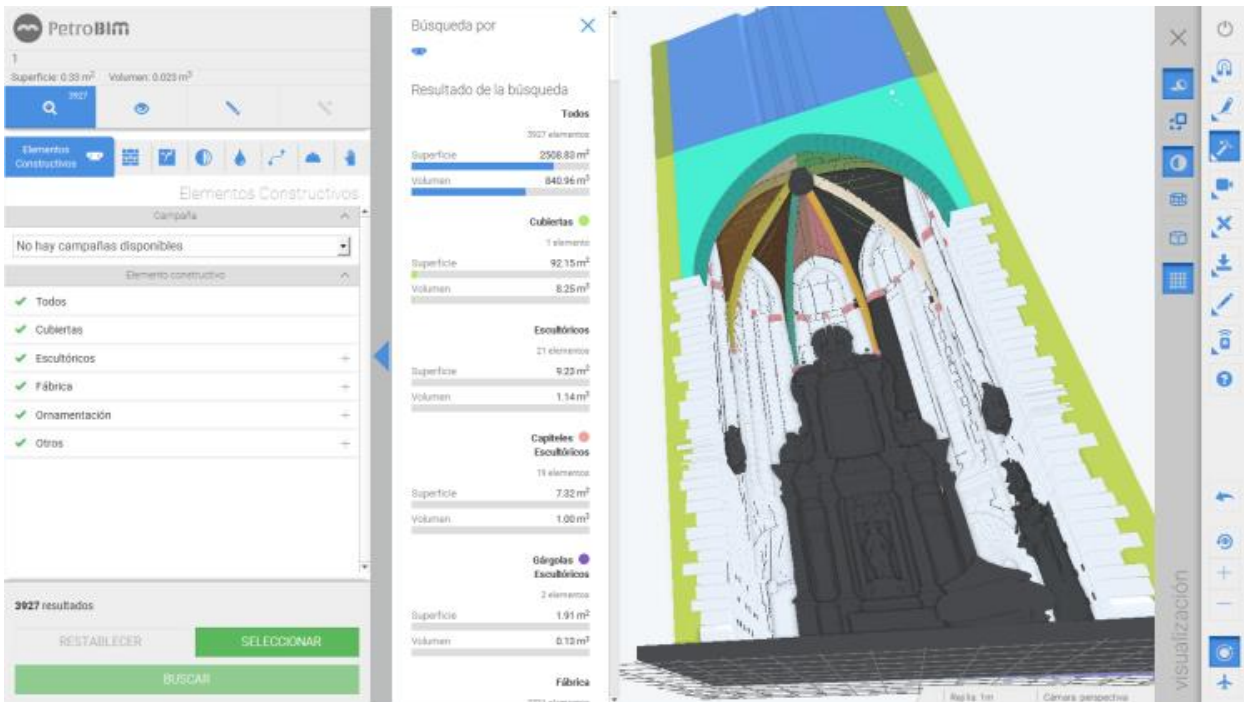
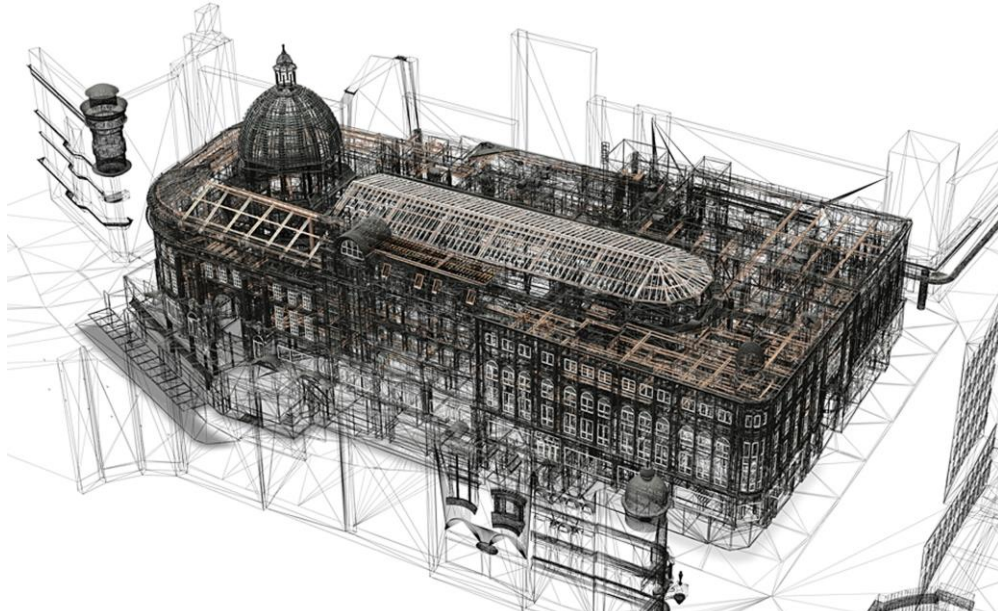


Fig.2 Visualización de los diferentes materiales constructivos que componen la capilla analizada en el Plan Director.



A PROPÓSITO DE BIM Y GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO EN EL CONTEXTO ACTUAL DEL SECTOR AEC

La definición de los procesos para la generación del modelo de gestión integral de la edificación existente basado en la metodología BIM es un objetivo prioritario para nuestra disciplina en el contexto actual del sector AEC, más aún cuando a referentes arquitectónicos de carácter patrimonial nos referimos, debido, sobre todo, a sus elevados costes de mantenimiento. Intentaremos por tanto apuntar en este texto nuevas vías de investigación que nos conduzcan en futuros trabajos a una solución perfeccionada y definida para el caso mencionado, con objeto de poder emplear la metodología BIM para una conservación y gestión más eficiente de la arquitectura construida de nuestras ciudades.

Esteban José Rivas-López. *EBIME Consultoría de Servicios BIM - Universidad de Granada, Granada, España*

1 INTRODUCCIÓN

Según la normativa reguladora, la Gestión de Activos queda definida como la acción coordinada de una organización para extraer el máximo valor de sus activos. Así, esta disciplina se apoya en una serie de procesos, técnicas y herramientas para dar respuesta a las decisiones a tomar sobre los activos en base, sobre

todo, a sus objetivos funcionales. Con esto se busca optimizar costes, reducir riesgos y maximizar el rendimiento a lo largo de toda la vida útil del bien inmueble.

La Gestión de Activos, por tanto, no se limita al mantenimiento de los activos, sino que también hace referencia al seguimiento cuantitativo y cualitativo de su explotación. Éste es de por sí ya un tema delicado, pero se convierte en extremadamente crítico cuando las organizacio-



nes afectadas requieren de grandes inversiones para el mantenimiento de su patrimonio.

Dicho lo anterior, por otro lado, las siglas BIM hacen referencia a la gestión de la información de los edificios a lo largo de su vida útil, permitiendo el seguimiento de su transformación a lo largo del tiempo. Una vez documentado, este seguimiento es de gran interés para evaluar el desarrollo de futuras inversiones tanto en el mismo referente afectado como en otros similares.

Es por esto que, a pesar de que inicialmente BIM ha sido una metodología utilizada únicamente en las fases de diseño y construcción, ha llegado el momento de que asumamos su naturaleza global, que afecta al ciclo de vida completo del edificio. De hecho, su aplicación es mucho más valiosa -si cabe- justo a partir del momento de finalización de la construcción, es decir, durante la gestión del mantenimiento del activo. De este modo, con la metodología BIM se consigue mantener siempre en el objetivo la finalidad del referente afectado, a la vez que se previene la pérdida de información que habitualmente suele producirse en los cambios de fase o del equipo director.

En consecuencia, la disponibilidad de información fidedigna de los activos en todo momento es vital para su efectiva gestión, pues es en estos datos registrados donde se sustenta la toma de decisiones, la planificación y la ejecución de las acciones que finalmente afectarán a dicha edificación. Así, la metodología BIM nos ofrece actualmente esta información de la mejor forma posible. Es por ello que la tendencia natural a día de hoy debe ser la de integrar los dos sistemas, BIM y Gestión de Activos. Con esto se consiguen, entre otros objetivos, los de mejorar notablemente el rendimiento de los edificios, reducir el coste de su gestión y el de las futuras operaciones de mejora, asegurar a largo plazo la previsión de su rendimiento, y prever con un muy alto porcentaje de eficacia las consecuencias de las decisiones tomadas en cualquier fase de su ciclo de vida, sobre el resto de la vida útil del activo.

En definitiva, es la creación de un modelo de gestión integral de la edificación basado en la metodología BIM es un objetivo prioritario para

nuestra disciplina, más aún cuando referentes arquitectónicos de carácter patrimonial son los afectados, debido, sobre todo, a sus altos costes de mantenimiento. Intentaremos por tanto apuntar en este texto nuevas vías de investigación que nos conduzcan en futuros trabajos a la solución para el caso de estudio del Patrimonio Arquitectónico.

2 ¿Building Information Model(ling)?

Antes de adentrarnos en mayores profundidades hemos de hacer una distinción necesaria, pues el acrónimo BIM tiene una doble significación, dado que puede referirse, bien al «modelo BIM», o al flujo de trabajo. En primer lugar, podríamos decir que Building Information Modelling es la metodología de trabajo para el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) que nos permite gestionar de forma colaborativa y eficiente un activo durante todo su ciclo de vida. Según Eastman y otros (2008) y atendiendo a esta metodología, BIM es uno de los desarrollos más prometedores de la industria AEC ocurrido desde hace décadas. Por otro lado, para el desarrollo de dicha metodología es imprescindible la generación de un prototipo virtual del referente estudiado en el que se apoyada el desarrollo de la metodología anteriormente expuesta, un Building Information Model. En pocas palabras y atendiendo ahora al modelo, un BIM es la representación virtual 3D de un activo que, aparte de su geometría y las relaciones espaciales entre sus partes, contiene la información que caracteriza a todos sus elementos de forma individual (Bregianni 2013). Así, la metodología BIM constituye una forma de diseño paramétrico orientada al conocimiento de cada una de las partes del edificio integradas en su contexto global, lo que posteriormente permite que se produzca un proceso de toma de decisiones mejorado durante el ciclo de vida del activo, añadiendo nuevos parámetros siempre que sean necesarios, lo que convierte al Building Information Model en un modelo n-dimensional que a su vez nos ofrece prácticamente n-posibilidades de acción sobre el mismo en la gestión del referente arquitectónico.

Este enfoque implica que cada objeto introducido no es sólo una representación geométrica



de unas formas reales o de componentes técnicos como ocurría en los sistemas CAD, sino que es un recopilador de datos múltiples por sí solo, de metadatos con significados específicos. Así, estos elementos proporcionan una representación abstracta de un mundo físico que es especialmente interesante para los técnicos: un muro mostrado como un objeto BIM representará una pared real en el mundo físico, así como una puerta mostrada como un objeto digital, representa una puerta real, posiblemente conectada a la pared anterior y afectando a la misma en sus propiedades (Garagnani y Manferdini 2013). Esta dualidad gráfica avanzada es esencial en la validación del diseño y se considera la base de BIM, un proceso de trabajo coordinado, consistente y siempre actualizado, fuertemente apoyado por distintas herramientas de software dirigidas a alcanzar una mayor calidad y fiabilidad, y a reducir errores y costes, lo que evita en un muy alto porcentaje cualquier posible interpretación errónea del proyecto (Garagnani, Cinti y Mingucci, 2011). En cualquier caso, el BIM no debe considerarse sólo como un conjunto de softwares dirigidos a la producción de modelos, sino como un proceso de trabajo colaborativo entre los diferentes actores que intervienen en un proyecto, que comparten un lenguaje común en un marco digital a su disposición y adaptado a sus necesidades desde el nacimiento del proyecto edificio hasta la demolición del activo (Eastman y otros 2011).

Otro aspecto esencial de la metodología BIM es el nivel de interoperabilidad que ofrece. La industria AEC es, por naturaleza, muy colaborativa, por lo que requiere de herramientas que permitan el libre intercambio de datos entre diferentes profesionales y aplicaciones (Underwood e Isikdag 2009). James A. O'Brien y George M. Marakas definieron en 2011 la interoperabilidad como el flujo de trabajo que nos permite realizar aplicaciones de usuario final usando diferentes tipos de sistemas informáticos, sistemas operativos y software de aplicación, interconectados por diferentes redes de comunicación (LAN o WAN). De esta manera, BIM se convierte en una estrategia colaborativa en arquitectura e ingeniería, en la que el término «información» implica un sentido de transparencia entre los actores dirigida a la

generación de una cultura de trabajo en equipo basada en la eficiencia y la integración.

3 ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

A priori, para saber hacia donde debemos dirigirnos en posibles nuevas vías de investigación, es necesario saber cuál es actualmente el estado de la cuestión. Por ello, se estima esencial partir de un análisis bibliográfico profundo que nos permita entender claramente en qué punto se encuentra el Área de Conocimiento abordada a nivel internacional; solo así podremos garantizar que se trabaja en el sentido correcto.

Las condiciones ambientales y económicas actuales en Europa requieren de un cambio reconocido de las estrategias de desarrollo de la sociedad, generado en los entornos construidos donde reside la población. En la actualidad, la industria AEC se encuentra muy centrada en el diseño del proyecto previo a la construcción de nuevos edificios, sin prestar demasiada atención a la arquitectura existente (Giudice y Osello 2013). Por lo tanto, es evidente que la forma de transformar los edificios existentes en estructuras preparadas para una gestión eco-eficiente mediante el denominado Facilities Management (FM) a lo largo de todo su ciclo de vida, es un campo de investigación esencial a la vez que no suficientemente explorado.

Las tecnologías modernas pueden permitir ya que los profesionales consigan esta meta, convirtiendo los edificios existentes en edificios inteligentes capaces de satisfacer la comodidad de los usuarios con un considerable ahorro de energía. El término «inteligente» describe a aquellos edificios en los que se utiliza una serie de tecnologías para hacerlos más ecoeficientes. Estos pueden incluir sistemas de gestión denominados Business Service Management (BMS) que se integran con los sistemas de iluminación, calefacción, refrigeración, etc. según las necesidades de los ocupantes y, por supuesto, pueden identificar oportunidades adicionales para mejorar la eficiencia. Pero un edificio inteligente lo es no solo por el número de tecnologías que contiene, sino también por la información utilizada en su gestión, desde la



fase de diseño a su construcción, y, pasando posteriormente por las diferentes fases de su ciclo vital. Para lograr este objetivo es esencial una piedra angular, el motor del cambio, un modelo digital del edificio capaz de almacenar todas las características físicas y funcionales del mismo, y además, con fuertes capacidades de interacción colaborativa. Esta idea se ajusta muy bien a la tecnología BIM, ya que es capaz de gestionar una gran cantidad de información del edificio, y teóricamente, es capaz de trabajar con todo tipo de fuentes de datos utilizando los flujos de interoperabilidad (Ossello 2012). Este último enfoque es claro y de hecho los países más avanzados de todo el mundo, no solo lo han aceptado, sino que lo están implementando por exigencia normativa en los nuevos edificios desde hace años.

Pero la realidad es que, frente al pequeño porcentaje de edificios de nueva planta adaptados a la tecnología «inteligente», encontramos en nuestras ciudades un gran número de edificios ya existentes, que debemos adaptar a estos nuevos requisitos si realmente pretendemos que la ecoeficiencia de la que tanto se está hablando sea real algún día. Sin embargo, resulta llamativo que, si realizamos una revisión de los esfuerzos de investigación realizados hasta la fecha en el Área del BIM, se observa que la investigación actual puede ser criticada por exceso de énfasis en la nueva construcción e incluso sólo en ciertas fases del ciclo de construcción del edificio. En 2009 se realizó un estudio en más de 50 casos de investigación, desarrollo y aplicación del BIM a través de informes de organizaciones oficiales como el NIST (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, EE.UU.), el CRC-CI (Cooperative Research Center Construction Innovation, Australia) y AIA (Instituto Americano de Arquitectos, EE.UU.), siendo además complementado por artículos de revistas. Esto demostró que los profesionales del diseño y construcción de edificios percibieron el valor de BIM de manera diferente en las distintas fases de desarrollo del edificio. La metodología BIM fue considerada la más valiosa en la optimización del diseño (54%) y la documentación (55%) de nuevas obras de construcción, pero se observó una falta de comprensión absoluta para el uso de BIM en las fases post-construcción, en la gestión de los activos, cuando realmente es en

dicha fase cuando el BIM despliega todo su potencial. Así pues, pocas aplicaciones involucran actualmente la construcción existente, y las pocas que lo hacen, se limitan a compartir la información de diseño solamente, en lugar de emplear dicha información como apoyo a la toma de decisiones en la gestión de los activos mediante la verificación y evaluación de los escenarios.

Como Wong y Yang identificaron, la nueva investigación en BIM necesita ser ampliada a nivel de desarrollo y análisis desde las fases de diseño-construcción hasta la post-construcción y gestión, lo que involucrará de lleno el desarrollo de las aplicaciones en los edificios existentes, incluidos los patrimoniales. Esto es a día de hoy imperativo, pues «los activos arquitectónicos están envejeciendo y llegan al final de su vida útil esperada; la brecha entre la condición de los activos y los presupuestos de mantenimiento continúa creciendo; y la disminución de los recursos de financiamiento a la luz de la economía apretada de hoy día, están presentando nuevos retos y mayores responsabilidades» (Singh y otros 2009). Así, aunque han transcurrido algunos años, la realidad actual es que la situación en este sentido no ha cambiado prácticamente nada. Por lo tanto, existe la necesidad de cambiar la forma de gestionar la arquitectura, ya que a pesar de lo que hemos mencionado anteriormente, los procesos BIM no se están utilizando para la gestión de edificios existentes (Giudice y Osello 2013). Esto probablemente esté relacionado especialmente con el hecho de que el modelo de información del edificio existente tiene muchas restricciones a respetar, considerando la voluntad de preservar la correspondencia entre el modelo paramétrico y la estructura real construida. Además de esto, el proceso de interoperabilidad no está libre de errores. Así, para superar estos problemas debemos investigar de acuerdo con esta nueva meta sobre el BIM y Edificios Existentes, ya que, además, los procesos BIM representan una oportunidad significativa como metodología mucho más efectiva para la documentación de edificios construidos, aspecto igualmente a tener en cuenta.

Pero, si tratamos de profundizar en la cuestión del BIM para los edificios existentes, hay una cuestión que destaca. Está relacionada con los



trabajos de levantamiento geométrico y modelización paramétrica de la arquitectura construida: la generación del modelo de información del edificio existente con precisión. Hace unos años apareció la denominada técnica de modelado de información de edificios históricos, denominada Historic Building Information Modelling (HBIM), en la que los objetos paramétricos se construyen basándose por un lado en datos históricos (dibujos, ensayos y bibliografía), y por otro, en bibliotecas de elementos arquitectónicos históricos preformateados para su uso (Dore y Murphy 2012), (Oreni y otros 2012), (Nieto y otros 2015). Esta metodología, por desgracia, asume la ausencia de primitivas geométricas, ya que los edificios deben ser documentados a través de componentes codificados ya presentes en las bibliotecas, con capacidades limitadas para cambiarlos si se desean representar posibles estados diferentes existentes (Garagnani y Manferdini 2013).

Por tanto, creemos que es necesario dar un enfoque más científico y fiable a esta cuestión de la precisión del modelo virtual al estudiar los edificios existentes mediante la metodología BIM, lo que nos conduce directamente a la generación de una nueva metodología adaptada a las peculiaridades de la edificación existente, la metodología que hemos venido a denominar como Existing Building Information Modelling o eBIM que aquí proponemos. Para ello, varias premisas deben ser consideradas, dando una mayor definición a la línea esbozada por Nieto y otros (2013):

1. Es esencial la consideración de la exploración láser terrestre (TLS) en la documentación arquitectónica de activos existentes como fuente principal de información para la generación del Existing Building Information Model, lo que comúnmente conocemos como el «modelo BIM del edificio existente». El levantamiento arquitectónico en formato BIM debe apoyarse siempre en primitivas geométricas. Podrá haber apoyo de documentación historiográfica, pero la toma de datos a pie de campo se presenta requisito esencial bajo este nuevo concepto.

2. Debemos contar con la fotogrametría digital como herramienta documentación de los edificios existentes que de apoyo a la toma de datos TLS.

3. Es necesario profundizar en la exploración de las técnicas de modelado automático basadas en la interpretación de imágenes o de secciones volumétricas de nubes de puntos transformadas directamente a elementos «de tipo BIM».

4 OBJETIVOS MARCADOS E IMPORTANCIA PARA EL ÁREA DE CONOCIMIENTO

El objetivo principal que se marca es, por tanto, establecer una estrategia que nos lleve a la definición del proceso de generación del modelo de información del edificio existente -que además podrá tener carácter Patrimonial-, el anteriormente mencionado como Existing Building Information Model (eBIM), con la meta de poder incorporar dicho patrimonio al flujo de trabajo de la metodología BIM, que en adelante y para este caso, deberíamos denominar como metodología eBIM o Existing Building Information Modelling, dado que las nuevas condiciones de modelado podrán requerir de nuevos flujos de trabajo. El desarrollo del eBIM nos permitirá gestionar el edificio existente a lo largo de todo su ciclo de vida entendiendo el concepto de «mantener» en su acepción más completa, lo que permitirá realizar un mantenimiento más sostenible de estos activos.

Este es un nuevo enfoque para la gestión de nuestro patrimonio construido que, de hecho, presenta un potencial significativo para el futuro de la industria de gestión de activos FM, ya que el ingente stock de edificios construidos en nuestras ciudades sigue envejeciendo, y cada vez más, demanda de una gestión flexible y adecuada a los requerimientos de la Smart City del siglo XXI, en un entorno que cada vez se acerca más a lo digital con una necesidad urgente. Al cumplir este objetivo, tendremos una gran oportunidad igualmente para alinearnos con la iniciativa Horizon 2020 de la Comisión Europea, ya que el BIM y su interoperabilidad pueden de hecho desempeñar un papel clave para transformar los edificios existentes en sistemas mucho más sostenibles y eficientes en su gestión.



Así, una vez contemos con las vías para la definición del nuevo prototipo virtual eBIM asociado a la arquitectura patrimonial, éste será capaz de soportar un proceso de mantenimiento y conservación más ecoeficiente: trabajos de renovación, rehabilitación, actividades de mantenimiento, y todo ello durante todo su ciclo de vida. Además, con el desarrollo del eBIM será posible recuperar los edificios existentes de manera perceptiva, posibilitando su integración en bases de datos en la nube para el mejor conocimiento de este patrimonio arquitectónico por parte de los ciudadanos, y como no, también de los profesionales involucrados, dado que éste es sin duda un recurso realmente importante para el desarrollo del trabajo científico de investigación.

En este sentido, se hace prioritario investigar a propósito de cómo modelar los elementos paramétricos del eBIM partiendo de las nubes de puntos integradas en el entorno del software BIM, de forma manual pero también modo automático o semi-automático, cuestión aún sin respuesta completa a día de hoy. Hasta ahora, el procedimiento de modelado a estos niveles es muy lento, y aunque se cuenta con algunos softwares en este sentido como por ejemplo, EdgeWise de ClearEdge, su desarrollo es a penas incipiente y no proporciona al modelador BIM el nivel de precisión, agilidad y automatización necesario en estos procesos, es decir, la eficacia que requeriría una aplicación profesional, cuestión que se acentúa aún más cuando a Arquitectura Patrimonial nos referimos.

Sumado a todo lo anterior, como ya indicaron Pauwels y otros, sabemos que la estructura de información de los proyectos de conservación o renovación de edificios existentes difiere notablemente de las estructuras de los nuevos edificios. Por ejemplo, los magníficos modelos digitales BIM que se desarrollaron para el Finnish ProIT-Project, no fueron aptos para su renovación, como ya apuntó Penttilä en 2007. Por tanto, se debe desarrollar un nuevo esquema para el modelado de información de las estructuras existentes en las que se pueda considerar información adicional inherente a estas construcciones reales. Es decir, el modelo eBIM Patrimonial no se referirá sólo a los datos geométricos y los parámetros que encontramos en un modelo BIM estándar que se desarrolla para

un propósito de diseño y construcción. Es por esto que se convierte en un objetivo principal que el eBIM contenga también necesariamente toda la información adicional sobre la realidad de la edificación existente en la actualidad, más todos los metadatos contextuales adicionales que sean necesarios para su gestión durante el resto de su ciclo de vida, y que a lo largo de éste deberán poder seguir siendo actualizados.

Por último, será positivo pensar también en el formato interoperable existente, el Industry Foundation Classes (IFC), y redefinirlo para su aplicación en el eBIM, pues las Clases IFC convencionales que se usan en el enfoque BIM se han limitado a definir información concreta relativa a la construcción del edificio (costos financieros, nombres de materiales, etc.) y no describen información teórica adicional que está presente en la arquitectura existente y que, por supuesto, es imprescindible para su gestión. Por lo tanto, hay también un objetivo en este sentido, y se debe provocar la adaptación de este formato interoperable e imprescindible para la generación de los flujos de trabajo BIM, en el nuevo entorno eBIM propuesto.

5 EL CAMINO HACIA UN EBIM CONSOLIDADO

Para alcanzar los objetivos marcados creemos que deberemos apoyarnos en 2 pasos fundamentales. En primer lugar, es imprescindible la realización de una toma de datos exhaustiva mediante la técnica de escaneado laser 3D del edificio existente. Sólo de esta manera estaremos seguros de que el resultado final de la investigación estará científicamente apoyado desde su base. Es ésta una etapa clave de la investigación, capturar del modo más eficiente posible los datos geométricos reales de un edificio existente, de forma que sean fiables y válidos para la generación del Existing Building Information Model. Igualmente, será necesario complementar la información de escaneado laser con datos procedentes de diferentes fuentes como la fotogrametría o el modelado basado en imágenes, etc., estableciendo cuáles son las técnicas más efectivas en cada caso y cómo aplicarlas del mejor modo depen-



diendo del referente arquitectónico al que nos aproximemos.

Contando con los datos geométricos capturados en la fase anterior, deberemos en un segundo paso indagar acerca de cómo generar el modelo paramétrico eBIM. Debido a su complejidad, esta fase probablemente debería ser abordada en varias etapas. Por una parte, es importante escoger correctamente el software de modelado BIM más adecuado. Para ello será importante comprobar la tipología del edificio tenemos frente a nosotros y sus características constructivas. Está claro igualmente que esta tarea estará conectada en retroalimentación directa con el paso de geometrización anterior, pues formatos distintos de datos son más o menos compatibles dependiendo de la plataforma de modelado desde la que los vayamos a importar. Así, con base en todas estas suposiciones y otras que puedan considerarse de forma adicional, se decidirá el software de modelado: Autodesk Revit®, Grafisoft ArchiCAD®, Nemetschek Allplan®, Bentley AECOsim®, etc. A continuación, para comenzar con el modelado paramétrico, será esencial organizar todos los datos recopilados utilizándolos de forma correcta y ordenada, y practicando todas las pruebas necesarias en el flujo de trabajo para lograr un desarrollo completo del modelo 3D de la condición existente. Igualmente suele ser de gran ayuda organizar el proyecto de trabajo que contendrá el Existing Building Information Model, al menos, de acuerdo con la tipología del edificio, su morfología y sus necesidades de gestión, al igual que con respecto a las diferentes fases constructivas experimentadas por el referente arquitectónico a lo largo del tiempo. Es importante mencionar además, que para la generación del eBIM se deberá crear la estructura de trabajo colaborativo necesaria, de forma que desde su nacimiento el proyecto permita la interacción coordinada de todos los técnicos intervinientes en su levantamiento digital.

El trabajo colaborativo BIM es un método basado en la metodología IPD (Integrated Project Delivery) que permite que varios miembros de un equipo trabajen en el mismo modelo de proyecto al mismo tiempo, sin que esto produzca interferencias de unos sobre otros. Una de las bases de este sistema es la división en

Subproyectos, entidades virtuales que funcionan como cajas en las que se colocan los elementos pertenecientes a las diferentes partes del edificio, como por ejemplo cerramientos, particiones interiores, cubiertas, etc. Los subproyectos proporcionan la posibilidad a los distintos sujetos que operan en el modelado, de trabajar sobre un modelo local propio vinculado de forma bidireccional a un modelo central compartido que se actualiza constantemente a través de la sincronización de archivos locales-central. Esta operativa permitirá a su vez preparar de forma progresiva el eBIM para una futura gestión colaborativa (Facilities Management), optimizando el intercambio de información entre los diferentes profesionales que participen durante toda la fase de modelado, y permitiendo actualizar el Existing Building Information Model en el futuro por parte de los diferentes especialistas que intervengan en su gestión siempre que sea necesario, de manera que el eBIM se mantendrá siempre fiel al edificio construido que, como organismo vivo, se va metamorfoseando a lo largo del tiempo.

Por último, al final del proceso de modelado paramétrico se deberán realizar pruebas con respecto a la adaptación del eBIM al formato de interoperabilidad IFC. Se llevarán a cabo las exportaciones del modelo nativo al formato IFC y se verificará la correcta transmisión de la información contenida, detectando y corrigiendo cualquier pérdida de información para alcanzar la definición del estándar. La ratificación de este paso supondrá un plus, dado que el IFC será la puerta a la interoperabilidad de nuestro eBIM con el resto de herramientas de la metodología. Dicho de otro modo, nos permitirá dar el salto del *Existing Building Information Model* al *Existing Building Information Modelling*, del modelo a la metodología en su acepción más completa.

6 EXISTING BUILDING INFORMATION MODELLING COMO ÚNICA VÍA HACIA EL FACILITIES MANAGEMENT DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

Una vez generado el eBIM del referente arquitectónico construido, éste deberá enriquecerse con nuevos datos, como puedan ser caracterís-



ticas de materiales, deformaciones en elementos constructivos, patologías, fases de construcción y metadatos de cualquier otro tipo como los historiográficos. De esta forma conseguiremos generar un Prototipo Virtual del referente arquitectónico existente que constituirá el verdadero eBIM, capaz de albergar toda la información disponible sobre la historia multidisciplinar del edificio y su evolución a lo largo del tiempo.

Esta tecnología nos permitirá además aunar de forma integradora en nuestro eBIM el conocimiento y la experiencia de todos los profesionales que participen sobre la gestión del referente patrimonial a lo largo del tiempo. Partiendo de un modelo centralizado, el trabajo colaborativo sobre el *Existing Building Information Model* ya generado, hará posible la comunicación interactiva entre todos ellos. Esto es así, dado que toda la información del edificio se integrará en el modelo en la nube posibilitando que cualquier proyecto relacionado con el mismo, pueda desarrollarse igualmente de forma colaborativa apoyándonos en un prototipo que permite interactuar con él, crear vistas de todo tipo, generar filtros para consultar información, etc.

Con todo esto, no sólo se crea un modelo pensado para la consulta técnica que puede seguir siendo actualizado en el futuro y compartido con diferentes agentes que intervengan sobre el edificio, sino que además se genera un entorno que, dirigido al público, puede ser usado como herramienta divulgativa del conocimiento del Patrimonio Arquitectónico en los casos que corresponda. Esto se puede conseguir perfectamente mediante la exportación del eBIM al estándar *Industry Foundation Classes*, o formato de interoperabilidad IFC, e importando de nuevo la información del modelo desde aplicaciones del tipo de Tekla BIMsight, que, con una interface muy atractiva e intuitiva, permiten al usuario navegar por el prototipo virtual del edificio para su conocimiento, ya sea a nivel técnico o divulgativo.

Se abre por tanto todo un abanico de posibilidades, que, sin duda, dará lugar a nuevas investigaciones en las que continuar explorando a nivel práctico a propósito del eBIM para la

mejor conservación y gestión del Patrimonio Arquitectónico existente alrededor del mundo .

7 BIBLIOGRAFÍA

[01] Arayici, Y. & Tah, J., «Towards Building Information Modelling for Existing Structures». In *Structural Survey*, Vol. 26, 210-222. 2008. On-line: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/02630800810887108>

[02] Baik, A., Alitany, A., Boehm, J. & Robson, S., «Jeddah historical building information modeling "JHBIM"- object library». In *ISPRS Annals of the Photogrammetry*, Vol. II-5, 41-47. Trento: ISPRS. 2014.

[03] Bregianni, A., *BIM Development for Cultural Heritage Management*. Milano: PoliMi. 2013.

[04] Dore, C. & Murphy, M., «Integration of Historic Building Information Modeling and 3D GIS for Recording and Managing Cultural Heritage Sites». In *VSM2012. Proceedings of the 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Virtual Systems in the Information Society*, 369-376. Milano: PoliMi. 2012.

[05] Eastman, C.M., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K., *BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. New York: John Wiley & Sons. 2011.

[06] Fai, S., Graham, K., Duckworth, T., Wood, N. & Attar, R., *Building Information Modelling and Heritage documentation*. 2011. On-line: <http://www.autodeskresearch.com/pdf/Fai.pdf>

[07] Garagnani, G. & Manferdini, A.M., «Parametric accuracy: building information modeling process applied to the cultural heritage preservation». In *3D-ARCH 2013*, 87-92, Trento: ISPRS. 2013.

[08] Garagnani, S., Cinti, S. & Mingucci, R., «Building Information Modeling: la tecnologia digitale al servizio del progetto di architettura». In *Disegnare-con*, Vol. 4 (7), 5-19. Bologna: Università di Bologna. 2011.

[09] Giudice, M.d. & Osello, A., «BIM for Cultural Heritage». In *3D-ARCH 2013*, 225-229, Trento: ISPRS. 2013.

[10] Murphy, M., McGovern, E., Pavia, S., «Historic Building Information Modelling – Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture». In *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 76: 89-102. 2013.

[11] Nieto, J.E., Moyano, J.J., Rico, F. & Antón, D., *La necesidad de un modelo de información aplica-*



do al Patrimonio Arquitectónico. In Actas del Congreso EUBIM 2013. Valencia: UPV. 2013.

[12] Nieto, J.E., Moyano, J.J., Rico, F. & Antón, D., «Management of built heritage via the HBIM Project: a casestudy of flooring and wall tiling». In *Virtual Archaeology Review*, 7(14), 1-12. Valencia: UPV. 2015.

[13] O'Brien, J. & Marakas, G., *Introduction to Information Systems* (16th Edition). New York: McGraw Hill. 2011.

[14] Osello, A., *The Future of Drawing with BIM for Engineers and Architects.*, Palermo: Dario Flaccovio Editore. 2012.

[15] Pauwels, P., Verstraeten, R., Meyer, R.d. & Van Campenhout, J., «Architectural information modeling for virtual heritage application». In *Digital Heritage – Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, p.18-23. Budapest: Archaeolingua. 2008.

[16] Penttilä, H., Rajala, M. & Freese, S., «Building Information Modelling of Modern Historic Buildings». In *Predicting the Future: 25th eCAADe Conference Proceedings*, 607-613, Frankfurt: FH Wiesbaden. 2007.

[17] Rodríguez-Moreno, C., Reinoso-Gordo, J.F., Rivas-López, E.J., Gómez-Blanco, A., Ariza-López, F.J. & Ariza-López, I., *From Point Cloud to BIM: «An integrated workflow for documentation, research and Modelling of Architectural Heritage»*. In, *Survey Review*. 2016. Online. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00396265.2016.1259719>

[18] Silicon, S., «GreenSpider, The Autodesk Revit point clouds plugin». In *TCProject*. 2013. Online. URL: <http://www.tcproject.net/pivotx/?p=greenspider>

[19] Singh, H., Smith, D.K., & Przybyla, J.M., «Reducing facility management costs through integration of COBIE and LEED-EB». In *Journal of Building Information Modeling*, spring volume, 21-23. Winnipeg: Matrix Group Publishing. 2009.

[20] Underwood, J. & Isikdag, U. (Eds.), *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. New York: IGI-Global. 2009.

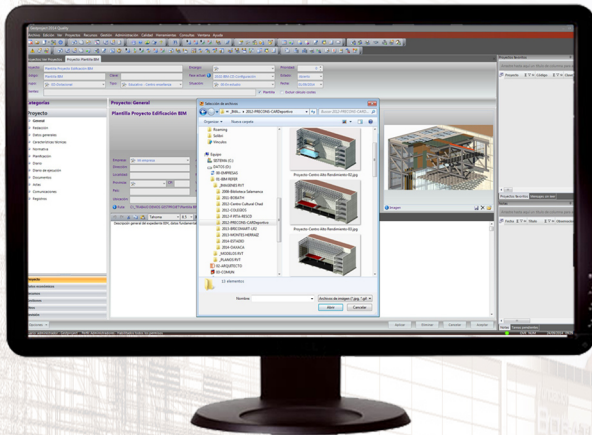
[21] Williams, P., «Building information modelling poised to revolutionize building design and construction». In *Daily Commercial News and Construction Record*, 14 December. 2007.

[22] Wong, J. & Yang, J., «Research and application of Building Information Modelling (BIM) in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry: a review and direction for future research». In *Proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering & Construction (AEC)*, 356-365. Pennsylvania: State University. 2010.

[23] Zhihua, X., Wu, L., Shen, Y., Li, F., Wang, Q. & Wang, R., «Tridimensional Reconstruction Applied to Cultural Heritage with the Use of Camera-Equipped UAV and Terrestrial Laser Scanner». In *Remote Sensing* 6(11): 10413-10434. 2014.

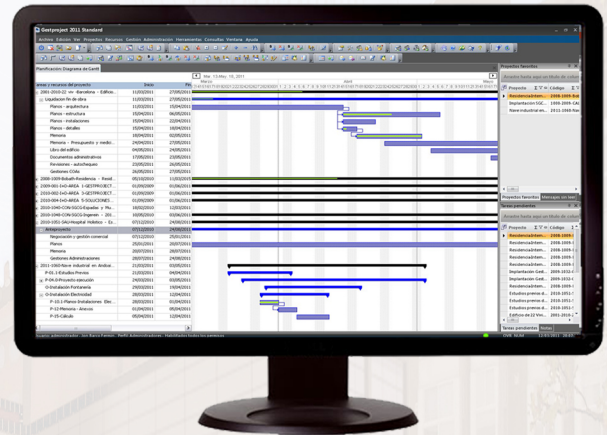
GESTION DE PROYECTOS: MAS BIM QUE NUNCA

Gestproject® el software de gestión estándar de las oficinas técnicas. Completamente parametrizado para la Gestión de proyectos **BIM**: normativa (estándares, AEC, uBIM, ISO), biblioteca (contenidos, foros, blogs), check list, roles BIM, toma de datos, indicadores...



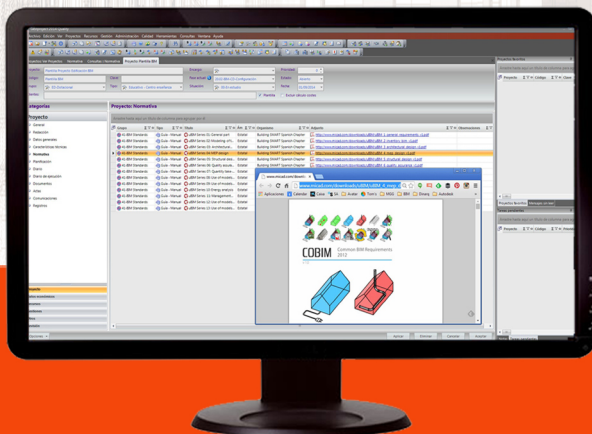
AREA PROYECTOS Y PLANIFICACIÓN

- Toma de datos y ficha técnica.
- Diagramas de Gantt: fases, tareas, recursos.
- Gestión documental: control versiones.
- Diario de proyectos: entregas, incidencias.
- Actas: de calidad, dirección, obra, BPEP.
- Gestiones oficiales: licencias, visados,...



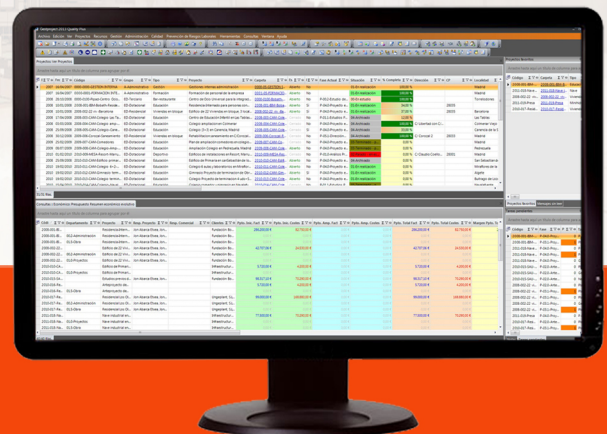
AREA RECURSOS, GESTIÓN Y ADMINISTRACION

- Empresa, Centro, Departamentos y Personal.
- Control de Clientes, proveedores y contactos.
- Contratos: personal, proveedores.
- Económica: facturas, presupuestos, horas.
- Comunicaciones: Agendas, emails y registros.
- Gestión de Normativas, bibliotecas, BBDD.



AREA CALIDAD, PRL Y CONTROL

- Documentos, Responsabilidad Dirección.
- Gestión Recursos: Formación, Clientes, Prov.
- Medición Análisis y Mejora
- Auditorias, AP, AC, NC, Indicadores
- Base para ISO 9001, 14001, 25001, 50001
- OHSAS Prevención de Riesgos Laborales

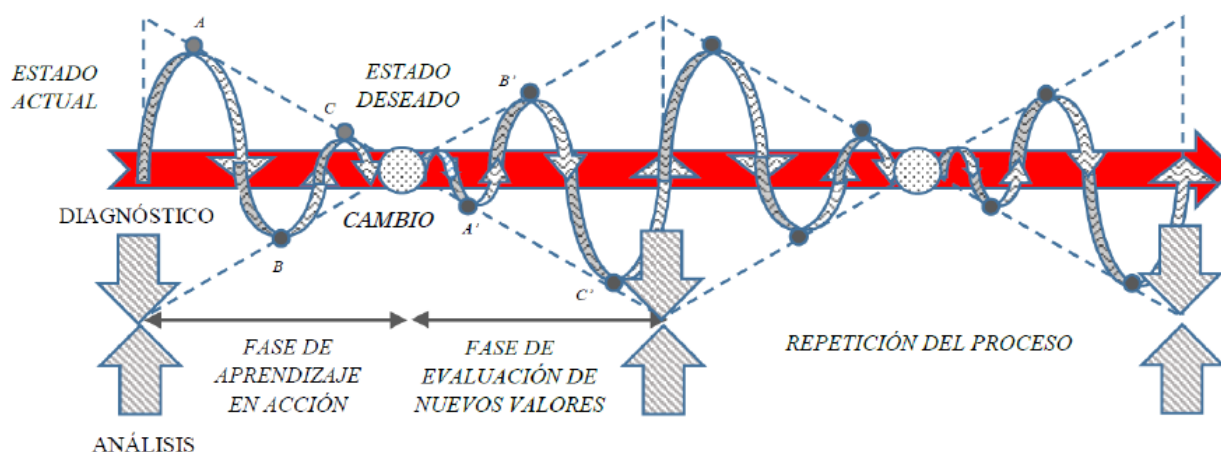


AREA INFORMES, CONSULTAS Y CONEXIONES

- Proyectos, Económicas, Horas, Calidad...
- Informes prediseñados y configurables
- Import-export: Outlook, vCard, Excel
- Import-export: Contaplus, Navision
- Conexion ODBC Excel (gráficos y tablas)
- Firma digital, rellenado campos PDFs



Solicita tu licencia gratuita de Gestproject® LT
Durante 30 días prueba cualquier versión
Pasado este período LT es completamente operativa



DESARROLLO DE LA ORGANIZACIÓN DURANTE LA IMPLANTACIÓN DE BIM

Tradicionalmente, los textos que tratan la implantación de BIM han incluido más aspectos tecnológicos que sociológicos. Sin embargo, las organizaciones necesitan gestionar la implantación de BIM desde enfoques socio-tecnológicos. Este texto describirá cómo podemos utilizar las teorías generales del Desarrollo de la Organización (OD), en concreto el diagnóstico de la propia organización (visiones desde el interior) y el análisis de la organización (visiones desde el exterior) para enfocar la perspectiva sociológica de la implantación de BIM. Estas primeras fases son anteriores al cambio que supone BIM y están destinadas a preparar a la organización para asumir un cambio efectivo. El objetivo último de la implantación de un cambio disruptivo debe ser proporcionar una nueva cultura que permita la ejecución de la estrategia de la organización.

Ángel Esteve López, Jefe de Área en el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, España.

1 INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, y en parte debido al impulso que se ha dado a la integración de BIM desde diferentes administraciones públicas, numerosas organizaciones han comenzado a interesarse por la implantación de BIM en sus procesos con la esperanza de poder obtener los beneficios producidos por BIM. Estas organizaciones esperan que esta metodología les

ofrezca beneficios cuantificables como una reducción en los costes de sus operaciones o una mejor posición frente a sus competidores (McGraw Hill, 2012). En otros casos se buscan beneficios intangibles como por ejemplo el cambio de mentalidad del sector (World Economic Forum, 2016) a través del cambio de la mentalidad de las propias organizaciones. Este segundo grupo de beneficios, que alcanzan a la



totalidad de la organización, pueden conseguirse a través de la gestión de sus aspectos sociales durante el proceso de implantación de la metodología BIM.

El Desarrollo de la Organización (OD) es un grupo de teorías que explican el cambio de las organizaciones basándose en la gestión del comportamiento de la propia organización. El OD se rige por tres teorías principales: el aprendizaje en acción, la teoría de los sistemas y la teoría del cambio.

a) Podemos considerar que las teorías de aprendizaje en acción ("*Action Research*") del OD se iniciaron con los estudios sobre el comportamiento de los trabajadores de la fábrica Hawthorne (Roethlisberger, 1941). Estos experimentos ofrecieron una explicación simple para entender las relaciones humanas dentro del marco de una organización, así como los procesos de colaboración entre individuos desde el punto de vista social. Los resultados de estos estudios describieron el papel que juegan los sentimientos de los trabajadores dentro de la ciencia de gestión empresarial e iniciaron un camino que continuaría Maslow con su teoría de la motivación.

b) Entre las teorías del OD también se incluyen la teoría de los sistemas socio-tecnológicos (STS) enunciada desde el Tavistock Institute. Esta teoría analiza las relaciones que se producen dentro de una organización entre los factores humanos y tecnológicos (Trist, 1981). La STS estudia el impacto generado por la tecnología en el conjunto de la sociedad desde tres niveles diferentes: el sistema primario de trabajo (p.e. el puesto de trabajo), la organización (p.e. los experimentos en la gestión de la empresa Shell en 1965) y el fenómeno macro (p.e. los análisis de la industria naval noruega en esa misma década). Desde el nivel de la organización esta teoría anticipó la necesidad de pasar de modelos de organización vertical a modelos horizontales, así como a sustituir la competencia interna por la colaboración. Actualmente las teorías del OD se centran en entender las relaciones entre las organizaciones y la complejidad del entorno en el que éstas actúan.

c) En 1951, Kurt Lewin enunció los tres procesos (descongelar, cambiar y congelar de nuevo) que

definen el marco conceptual de la teoría del cambio desde la perspectiva de OD. Estos procesos permiten explicar cómo deberían comportarse los grupos sociales que se embarcaban en un proceso de cambio dentro de la organización.

2 EL APRENDIZAJE EN ACCIÓN

El OD aplica durante una primera fase la teoría de la investigación basada en el aprendizaje en acción (Tschudy, 2006). El aprendizaje en acción representa el fundamento del OD. Este es un proceso colaborativo por medio del cual los propios individuos de la organización inician el proceso del cambio mediante la visualización del estado actual y del estado deseado (ver el gráfico 1 que encabeza esta comunicación). Durante el aprendizaje en acción los individuos interpretan su propia cultura organizativa. Para lo cual, deben utilizar un proceso de retroalimentación que les permita cuestionar los paradigmas que utilizan en su día a día para la realización de sus tareas.

El aprendizaje en acción se divide en las fases de recopilación de datos (diagnóstico) y las fases de ejecución de las tareas (aprendizaje en acción). Todo ello con el objetivo de aproximarse al estado deseado. La diferencia entre el estado actual y el estado deseado se identifica como la distancia que los individuos deben recorrer para alcanzar el cambio. Esta distancia puede motivar o desmotivar al individuo. Si la distancia es muy pequeña, el individuo puede pensar que el cambio es innecesario. Por el contrario, si la distancia es muy grande el individuo puede percibir el cambio como imposible.

En el gráfico 1, se observa como el cambio deseado debe estar alineado con la estrategia de la organización (flecha roja). Este gráfico representa una acción completa que deberá repetirse hasta que se consiga el objetivo deseado. Esta repetición de acciones puede estar motivada por la estrategia, orientada a la implantación de varios cambios, o por la necesidad del grupo de reducir la diferencia entre el estado actual y el estado deseado. Una vez alcanzada la situación deseada se deberá de realizar un seguimiento y/o evaluación de los nuevos valores implantados en la organización antes de pasar a la siguiente fase del aprendizaje en acción.



El diagnóstico es un proceso del cambio de la organización que debe aplicarse durante su fase inicial. Esta primera fase de diagnóstico es necesaria porque durante este proceso la organización podrá entender su comportamiento antes de iniciar la implantación de BIM. Estamos por tanto ante un proceso que debería ejecutarse durante la fase de pre-implantación "readiness" [Succar and Kassem, 2014] también llamada fase de "assessment" [Penn State, 2013].

Durante esta fase, el agente externo que actúa como facilitador del cambio debe diagnosticar (valorar o analizar) la organización utilizando la información que le proporcionan los propios individuos (tests, entrevistas, datos cuantitativos...). En este proceso los individuos identifican, con la ayuda del facilitador, las oportunidades y problemas operativos que encuentran en sus tareas diarias, enfrentándose a los resultados de sus propias acciones. Por lo tanto, la información obtenida durante esta fase puede actuar como catalizador del comportamiento de los propios individuos.

Tras el diagnóstico se inician las sub-fases de planificación de la acción, ejecución de la acción y re-alimentación del proceso. Estas sub-fases tienen por finalidad la aproximación al cambio desde un entorno real, pero controlado, elegido por la información proporcionada por los propios agentes. La planificación se basa en la selección de unos objetivos muy concretos y alcanzables (por ejemplo, el cambio en uno de los procesos, la introducción de un software...). La ejecución de estos objetivos permitirá a los individuos obtener un conocimiento en un contacto directo con el entorno en el que normalmente operan. Por último, la retroalimentación de todo el proceso de aprendizaje en acción permitirá a los participantes identificar y reflexionar sobre las oportunidades y riesgos de este proceso.

Entre las organizaciones que han recurrido al aprendizaje en acción durante el proceso de implantación podemos mencionar a la agencia federal norteamericana General Services Administration (GSA). La implantación de BIM en esta organización comenzó en 2003 y desde entonces ha utilizado los proyectos piloto como una de las herramientas de implantación. Estos proyectos piloto han permitido a la GSA compro-

bar los beneficios que tienen para su organización el uso de diferentes tipos de tecnología y flujos de trabajo bajo las restricciones existentes en entornos reales. Por esta razón, los pilotos se realizan durante cualquiera de las fases de un proyecto real. Los pilotos buscan la respuesta a preguntas concretas (¿Qué mejoras genera esta tecnología? ¿Cuál es la mejor solución?...) que los propios individuos de la organización se hacen sobre el objeto del cambio perseguido. El diseño de estos proyectos piloto incorpora tres métricas: el desarrollo del equipo de trabajo, la mejora del presupuesto o el plazo y el uso de la tecnología [GSA BIM Guide 01, 2007].

También encontramos referencias a estos procesos de aprendizaje en acción en el experimento llevado a cabo por la Universidad de Salford [Ara-yici y otros, 2011] con el estudio de arquitectura John McCall de Liverpool en Reino Unido. En este caso se utilizó la teoría del proceso de investigación basado en la iteración de acciones para lograr la implantación de BIM en un estudio de arquitectura. Para lo cual, se diseñaron tres ciclos iterativos de acciones participativas, con las mismas fases anteriormente enunciadas, aunque en diferente orden. Durante el primer ciclo, los individuos utilizaron diferentes herramientas BIM, durante el segundo ciclo se experimentaron los procesos "lean" y el tercer ciclo se decidió combinar la mejora de las habilidades técnicas del equipo con la mejora de la tecnología y la introducción de nuevos procesos.

3 LA TEORÍA DE LOS SISTEMAS APLICADA A LA ORGANIZACIÓN

Durante una segunda fase el OD se aplican las teorías de los sistemas para identificar las diferentes partes de la organización, y lo que es más importante, las relaciones que existen entre estas partes. Estas relaciones invisibles son las que crean el tejido social de la organización e integran las disciplinas del aprendizaje de la organización (Peter Senge). La teoría de los sistemas permite analizar ciertos patrones de comportamiento y situaciones que suceden dentro de la organización, así como las relaciones que organizan su estructura.

Entre los sistemas incluidos en la Teoría de sistemas generales (GST) de Boulding, vamos a



utilizar el nivel de los sistemas abiertos para estudiar diferentes teorías que pueden utilizar las organizaciones que quieren implantar BIM. Las organizaciones que se comportan como sistemas abiertos son aquellas en las que se identifican elementos internos (estructura, normas, personas...) importantes pero que reciben una influencia y además influyen en el entorno exterior en el que actúan, y por ello es posible analizarlas desde una perspectiva ecológica. Este nivel se ajusta mejor a las organizaciones actuales que los sistemas cerrados a los que pertenecen las burocracias clásicas y es más intuitivo que el siguiente nivel de Boulding formado por los sistemas adaptativos.

En los sistemas abiertos, el intercambio entre los componentes del sistema y los agentes (clientes, competidores, administración, socios...) que condicionan el entorno en el que actúa la organización, permite explicar muchos de los procesos que se producen durante la implantación del cambio. A continuación, vamos a enunciar dos de las teorías utilizadas por Scott y Davis para analizar los sistemas abiertos desde una perspectiva ecológica. Estas teorías pueden aplicarse tanto a modelos naturales (Teoría Institucional de Di Maggio y Po-well) como a modelos racionales (Teoría de las Organizaciones Basadas en el Conocimiento de Nonaka) de organización.

3.1 Las teorías del isomorfismo institucional y competitivo permiten entender la razón por la que numerosas organizaciones alrededor del mundo utilizan los mismos elementos y las mismas estructuras, aunque los objetivos que persigan estas organizaciones sean diferentes [Di-Maggio & Powell, 1983]. Dentro del isomorfismo institucional es posible identificar tres tipos de mecanismos:

- El isomorfismo coercitivo impulsado y legitimado por los poderes políticos.
- El isomorfismo normativo provocado por los directivos de la organización. Estos individuos pueden actuar influenciados tanto por su formación como por su pertenencia a redes, colegios y asociaciones profesionales [Scott, 2005].

- El isomorfismo mimético que se origina en las organizaciones como respuesta a las incertidumbres del entorno y que tiene por objeto la mimetización de los elementos internos de la organización con otras organizaciones similares.

Todos estos mecanismos pueden generar beneficios, pero también entrañan ciertos riesgos para las organizaciones. El caso del isomorfismo mimético se identifica con el mecanismo empleado por aquellas organizaciones que implantan BIM a través de la comparación con otras organizaciones que ya han iniciado su propia implantación y que han divulgado sus experiencias. El riesgo lo encontramos en la réplica de los procesos de implantación iniciados por pioneros que publicaron sus casos de éxito pero que "se olvidaron" de divulgar también sus propios errores, ofreciendo por lo tanto una información incompleta de su proceso de aprendizaje. La combinación de información externa proveniente del análisis de la organización con la información interna proveniente de un diagnóstico, permitiría minorar los errores causados por la simple traslación de una experiencia externa.

3.2 Otro posible enfoque ecológico que pueden utilizar los sistemas abiertos es el de las organizaciones basadas en el conocimiento [Nonaka, 1991]. Esta teoría afirma que la mayor ventaja competitiva de una compañía es la capacidad de crear conocimiento. La teoría explica como los cambios culturales dentro de las organizaciones pueden iniciarse y desarrollarse mediante la difusión del conocimiento adquirido en el exterior del sistema por algunos de sus individuos.

Estamos por lo tanto hablando no de un conocimiento propio de sistemas cerrados, como los enunciados por Taylor, que puede ser medido mediante métricas exactas (incremento de la eficacia, reducción de costes o mejora del retorno de la inversión) sino de un conocimiento previo y necesario para provocar el cambio cultural dentro de la organización.

Según Nonaka la espiral de conocimiento (ver figura 2) comienza en un individuo de la organización y es identificada por un gestor con la suficiente capacidad e intuición como para poner



en valor ese conocimiento y trasladarlo al conjunto de la organización. La creación de conocimiento no se puede reducir al procesamiento de la información disponible en la compañía, sino que debe transformar la intuición de los individuos en un conocimiento común que añada valor al conjunto de la organización. Los conceptos y metáforas que definen la visión y la misión de la estrategia de la organización proporcionan las directrices que permiten transformar el conocimiento tácito de la organización, que es difícil de transmitir, en un conocimiento explícito que se pone a disposición del resto de la compañía.

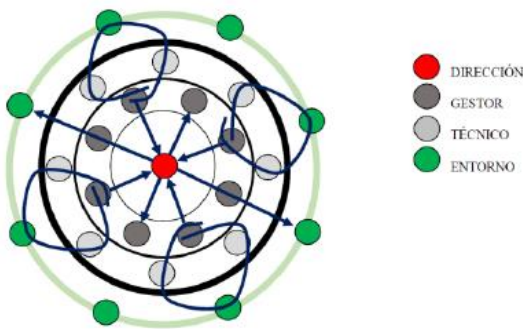


Fig. 1 Relación entre los diferentes niveles de una organización basada en el conocimiento.

Relación entre los diferentes niveles de una organización basada en el conocimiento.

Esta teoría ayuda a entender el éxito y el fracaso de aquellas organizaciones que han sido capaces de crear una cultura propia alrededor de BIM. El conocimiento implícito al que se refiere Nonaka es el resultado de un proceso de cuestionamiento “redundante” que finaliza en una conceptualización lo suficientemente potente como para originar nuevos conceptos y visiones dentro de la organización. En numerosas organizaciones la implantación de BIM ha comenzado gracias al impulso dado por individuos que han encontrado en sus superiores el catalizador necesario para transformar su conocimiento dentro de la organización.

4 CONCLUSIONES

La aplicación del OD permite una mayor efectividad del proceso de implantación de BIM ya

que refuerza a la propia organización, generando un beneficio que va más allá de la propia implantación de BIM. En este breve texto se ha tratado de explicar cómo la organización se puede preparar, o “descongelar”, para asumir el cambio que supone implantar una nueva metodología de trabajo, como es el caso de BIM.

No obstante, es necesario tener en cuenta que, desde el punto de vista de la teoría clásica, ésta es solo la primera de las tres fases del cambio. La organización debería pasar por la fase de cambio y por una fase final que busca la estabilidad o equilibrio de la organización tras la implantación del cambio. Una organización que pretenda implantar BIM debe saber de antemano que éste es un primer paso necesario para introducirse en los nuevos métodos de trabajo que la digitalización está imponiendo en el sector de la construcción, pero que en el plazo corto esta digitalización generará otros nuevos cambios que deberán ser asumidos por la propia organización.

Las teorías de Kurt Lewis sobre el cambio en las organizaciones se enunciaron en un mundo menos globalizado que el actual y por lo tanto con una menor complejidad de relaciones. En el contexto actual, parece lógico que las organizaciones del sector de la construcción busquen introducir el cambio y el aprendizaje continuo dentro de su identidad corporativa

5 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

[1] Construction- Smart Market Report. “The Business Value of BIM in North America. Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007-2012)”, McGraw Hill, 2012.

Referencia: en la página 18, Short and Long-Term BIM Benefits. “Some benefits of BIM can be experienced on a user’s first few projects, such as reduced errors and omissions, rework and cycle time of workflows. Others require longer time frames to demonstrate their value, such as reduced cost, schedule and claims, or maintaining repeat business and increasing profits.”

[2] The Boston Consulting Group. “Shaping the Future of Construction. A Breakthrough in Mindset and Technology”, World Economic Forum, 2016.



[3] Roethlisberger F.L. "The Hawthorne Experiments". Classic Readings in Organizational Behavior, 3rd Edition. Wadsworth-Thomson. 2003

Referencia: en la página 150 de este volumen se recoge lo siguiente "Too often we think of collaboration as something which can be logically or legally contrived. The Western Electric studies indicate that it is far more a matter of sentiment than a matter of logic. Workers are not isolated, unrelated individuals, they are social animals and should be treated as such."

[4] Trist, E. "The Evolution of socio-technical systems. A conceptual framework and an action research program", The Occasional Paper No.2 June 1981.

[5] Tschudy T. "An OD Map: The essence of Organization Development". The NTL Handbook of Organization Development and Change. Principles, Practices and Perspectives. 2006.

[6] Succar & Kassem, "Macro-BIM adoption: Conceptual structures". Automation in Construction. Dec 2014.

Referencia: En la página 65 se dice "BIM implementation is introduced here as a three-phased approach separating an organisation's readiness to adopt; capability to perform; and its performance maturity."

[7] Penn State CIC, "Planning Guide for Facility Owners. A building Smart Alliance Project. Version 2.0". Jun 2013. Referencia: en la página 3 se dice: "the BIM Strategic Planning Procedure can be separated into three primary steps: 1) Assessment, 2) Alignment, and 3) Advance-ment."

[9] Scott R. "Institutional Theory: Contributing to a Theoretical Research Program". Researchgate.net. 2005.

Referencia: En la página 6 se dice "DiMaggio and Powell stressed the importance of palpable network connections that transmitted coercive or normative pressures from institutional agents, such as the state and professional bodies, or mimetic influences stemming from similar or related organizations."

[10] GSA, "GSA Building Information Modeling Guide 01- Overview Draft", 2007.

Acceso el 24/9/2017; 18:30 CEST:

https://app_gsagov_prod_rdcgwaajp7wr.s3.amazonaws.com/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.pdf

Referencia: en esta guía se encuentran valiosos esquemas y en la página 22 se menciona "The following case studies are examples of successful identification, exploration, and implementation planning for BIM technologies on Pilot Projects at the GSA".

[11] Nonaka I., "The Knowledge-creating Company". Harvard Business Review. 199.

Referencias: En relación con el tipo de conocimiento al que hace referencia Nonaka, se dice que "...deeply in-grained in the Western management from Frederic Taylor to Herbert Simon is a view of the organization as a machine for "information processing". According to this view, the only useful knowledge is formal and systematic-hard (read: quantifiable) data, codified procedures, universal principles. And the key metrics for measuring the value of new knowledge are similarly hard and quantifiable-increased efficiency, lower costs, improved return on investment." En relación con el inicio del conocimiento dentro de la organización, Nonaka afirma que "New knowledge always begins with the individual... In each case, an individual's personal knowledge is transformed into organizational knowledge valuable to the company as a whole."

6 NOTA DEL AUTOR

Este artículo fue redactado por Ángel Esteve López en febrero de 2017 para su publicación en el libro "BIM BANG" comisionado por Ignasi Pérez Arnal y se publica en este Journal SJBIM con su conocimiento.

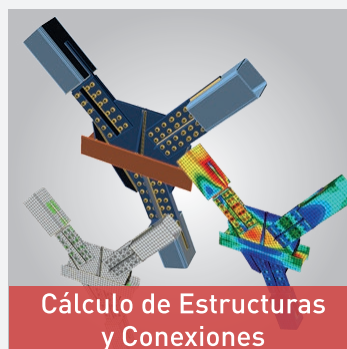
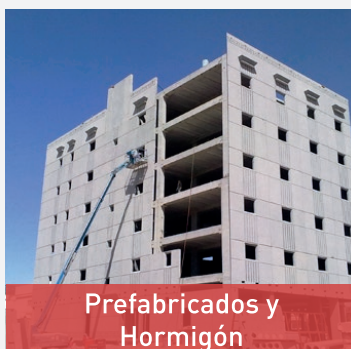
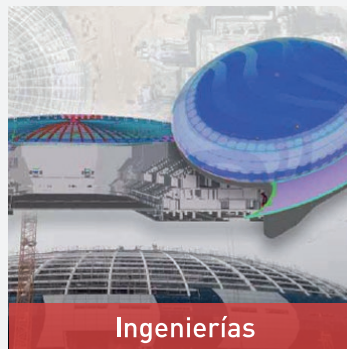
TU PARTNER EN SOLUCIONES BIM

CONSULTORÍA BIM | FORMACIONES BIM | SOPORTE TÉCNICO

UNA SOLUCIÓN PARA CADA ETAPA DE SU PROYECTO BASÁNDONOS EN LA METODOLOGÍA BIM



MÁS DE 20 AÑOS DE EXPERIENCIA OFRECIENDO SOLUCIONES PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN



Oficinas en: Barcelona | Madrid | Santiago de Chile | Bogotá | Lima



building SMART.[®]
Spain